आपली जलसंपत्ती

लोकोपयोगी विज्ञान

आपली जलसंपत्ती

राम

अनुवाद

आर. टी. नारकर



नॅशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया

हे पुस्तक पर्यावरण रक्षी पुनर्निर्मित कागदावर छापलेले आहे.

ISBN 81-237-1925-6

प्रथम प्रकाशन 1996 (शके 1918)

रु. 22.00
Our Water Resources *(Marathi)*
संचालक, नॅशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया, ए-5, ग्रीन पार्क,
नवी दिल्ली-110016 यांनी प्रकाशित केले.

प्रास्ताविक

हे पुस्तक, ज्याचा पाण्याशी व्यावसायिकदृष्ट्या कसलाही संबंध आलेला नाही अशा सामान्य वाचकासाठी लिहिले आहे. एखाद्या व्यावसायिकाच्या दृष्टीने यात काही त्रुटी असतीलही. या पुस्तकात मी भारतातील जलसंपत्तीचे थोडक्यात चित्रण करायचा प्रयत्न केला आहे. पाटबंधाऱ्यासाठी तिची उपलब्धता हा येथे मध्यवर्ती विषय आहे. निवडलेला विषय व्यापक व भौतिक असला तरी तो आपल्या दृष्टीने फार महत्वाचा आहे. उपलब्ध पाण्याचा आपण पाटबंधाऱ्यासाठी उपयोग करून घेण्यात कितपत यशस्वी होतो यावर आपले उज्वल भवितव्य अवलंबून आहे. वीजनिर्मिती आणि जल वाहतूक यासारख्या विषयातील प्रगतीसुध्दा महत्वाची आहे. परंतु ह्या व स्थानिक नगरपालिका आणि उद्योगधंद्याशी निगडित गोष्टींचा येथे विचार केलेला नाही. मुख्य विषयातही ठळक गोष्टींची थोडक्यात माहिती दिली आहे. आकडेवारी देखील, एखादा मुद्दा मांडताना आवश्यक वाटली, तिथेच दिली आहे. ह्यात दिलेली माहिती निरनिराळी क्रमिक पुस्तके, उपयोग व समित्यांचे अहवाल, चर्चासत्रात ऐकलेली भाषणे आणि मित्रांबरोबर सहजगत्या झालेले वादविवाद ह्यातून मिळविली आहे. चुका आणि अग्राह्य मते मात्र माझीच.

राम

अनुक्रमणिका

मेघ लीला

एकमेव साधन

पाणी म्हणजे जीवन ! आणि जीवन फुलवणारं शुद्ध, निर्मळ पाणी मिळण्याचा एकुलता एक स्रोत म्हणजे गगनातून धरतीवर आपोआप बरसणारा निर्मळ पाऊस.

तलाव, हिमनद्या, नद्या, झरे आणि विहिरी हे आहेत दुय्यम स्रोत. कारण त्यांना पाणी पुरवतो पाऊस किंवा हिम. पावसाचं पाणी साठवण्यासाठी, वाहतुकीकरता आणि पाण्याचा ओघ नियंत्रित करण्याच्या दृष्टीने त्यांचे महत्व निश्चितच आहे परंतु ते विशेष मोठेही नाहीत किंवा प्रमुखही नाहीत. पाऊस नसेल तर ते लौकरच आटून जातीत. आपल्या हयातभरसुद्धा टिकणार नाहीत. पाऊस म्हणजे आपली अक्षय टिकणारी जलसंपत्ती आहे. आणि तीही मुबलक आहे. अन्यथा आज आपण नव्वद कोटी दिसले नसतो.

पाण्याचे स्थानीय स्रोत

तिबेट व नेपाळ येथून वाहत येणारे थोडेफार पाणी वगळता भारतातील सर्व पाणी हे मूळ आपलेच आहे. देशभर पडणाऱ्या पावसातच त्याचा उगम आहे. भूगोलाचा असा आपल्यावर वरदहस्त आहे. तथापि पाणी वाटपासंबंधी आंतरराज्य वादही आहेत.

पाचवा ऋतू

जगामधे वसंत, ग्रीष्म, वर्षा आणि शिशिर असे चार ऋतू आहेत. आपल्याकडे ग्रीष्म आणि वर्षा ह्यामध्ये येणारा "पावसाळा" हा आणखी एक ऋतू. परंतु तो अगदी भिन्न आहे. ह्या ऋतुमध्ये आपल्यासमोर एक नाटक घडत असते. कलाकार असतात मेघ आणि विषय असतो आपले भवितव्य !

प्रवेश पहिला : एप्रिल व मे महिनाभर सूर्य बराच तळपत असतो. त्यामुळे आपल्या उपखंडाच्या वायव्येकडील सौदी अरेबिया आणि आफ्रिकेच्या ईशान्येकडील भूभागातील जमिनीलगतची हवा तापते. उष्ण हवा हलकी असल्याने त्या ठिकाणी कमी दाबाचा पट्टा तयार होतो.

ह्याऊलट, दक्षिण गोलार्धात मे व जून महिन्यात हिवाळा असतो. त्यामुळे तेथील हवा

बरीच थंड व घन असते. ह्याचा परिणाम असा की तेथे जास्त दाबाचा पट्टा तयार होतो.

अशारीतीने आपल्या दक्षिणेला जास्त दाब व वायव्य दिशेला कमी दाब तयार होतो त्यामुळे अरबी समुद्रावरून जोरदार वारे वाहतात. पण उष्णता तीव्र होण्यापलीकडे व विहिरी, तलावातील पाणी आटण्याव्यतिरिक्त विशेष काही घडत नाही. आकाशात धूळ मात्र उडत रहाते. पावसाची आसुसून वाट पहाण्याचा हाच तो काळ.

प्रवेश दुसरा : ह्या सुमारास काहीतरी गूढ, न सांगता येण्यासारखे घडते. एकाएकी "गडद निळे गडद निळे जलद" भरून येतात. विजा चमकतात. मेघांचा गडगडाट होतो. जणू वर्षाऋतुच्या आगमनाची नांदीच !

प्रवेश तिसरा : आणि उष्णता हटवत, आनंद बरसत उत्साहदायी, रम्य "वर्षा" डौलात अवनीवर अवतरते. ह्याच क्षणाची आपण प्रतिवर्षी आतुरतेने वाट पहात असतो. पहिला पाऊस !

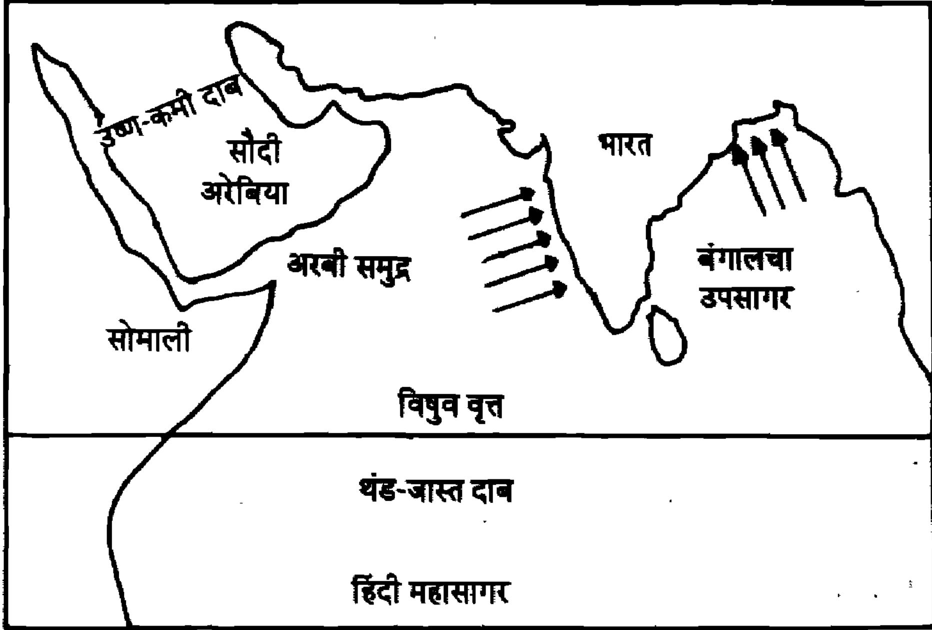
आपल्या देशात पावसाचे आगमन घोषित करण्याचा मान केरळचा. साधारणतः जूनच्या पहिल्या आठवड्यात त्याचे आगमन होते. लौकरच पाऊस उत्तरेकडे पश्चिमघाटाच्या दिशेने सरकतो आणि पूर्वेकडील प्रदेश व मध्य भारतावर चाल करतो. तेथून पश्चिम बंगालला झोडपत हिमालयाच्या दिशेने आगेकूच करीत गंगेच्या सपाट मैदानी प्रदेशातून तो थेट सिंधू नदीचे खोरे गाठतो. जुलै महिन्यापर्यंत संबंध देशात त्याचा संचार होतो. बरेचदा ही उडती भेट असते. पण कधीकधी विस्तृत प्रदेशावर स्वारी मुक्काम ठोकून असते.

धरतीचा कोपरा न् कोपरा हिरव्या वनश्रीने नटतो. फार काय खडकसुद्धा शेवाळांनी आच्छादल्यामुळे हिरवे होतात. तळी पाण्याने तुडुंब भरतात. डासांची प्रजा वाढते. कोकिळ गातात – बेडूक डरॉंव डरॉंव करतात — मोर नाचतात. प्रेमीजन भेटीसाठी व्याकुळ होतात – मनं हलकीफुल्की, धुंद होतात.

प्रवेश चौथा : कोणत्याही चांगल्या गोष्टीचा शेवट हा ठरलेलाच ! सप्टेंबरपर्यंत पावसाचा जोर कमी होतो. ऑक्टोबरपर्यंत, काही मर्जीतील स्थळांना धावती हिवाळी भेट वगळता पाऊस संपलेला असतो.

बेभरवशाचा – बेलगाम

कितीही लोभस अन् हवाहवासा असला तरी पावसाचा भरवसा देता येत नाही की त्यावर नियंत्रण ठेवता येत नाही. सद्य हवामान आणि त्यातील चढउतार ह्यांचा अभ्यास करून पुढील काही तासांचे अल्प मुदतीचे पर्जन्यवृष्टीचे अंदाज वर्तवता येतात. विमान वाहतुकीसाठी असे अंदाज उपयुक्त असले तरी शेतीसाठी ते निरुपयोगी आहेत. शेतीसाठी कमीत कमी आगामी काही दिवसांचा बिनचूक अंदाज उपयुक्त ठरतो. उदाहरणार्थ एखाद्या विशिष्ट प्रदेशात, समजा हरयाणातील सहा एकमेकालगत असलेल्या गावात, येत्या आठ दिवसात पाऊस किती पडणार आहे, पाच किंवा त्याहून अधिक सें.मी. पडणार, की पुढचे एक दोन आठवडे कोरडेच जाणार हे समजणे आवश्यक आहे. असे आगामी अंदाज करता आले, तर त्यानुसार आपण शेतीच्या



आपल्या देशात पाऊस आणणारी वैशिष्ट्यपूर्ण हवामान-संस्था.
योग्य मूलस्थानापासून मोजणी केली असता आढळून येते की भारतीय जल
समुद्रात, 12 (नॉटिकल) मैलांपर्यंत विस्तारलेले आहे.

किंवा लागवडीच्या कामाचे वेळापत्रक आखू शकतो. आणि त्याचा परिणामही विलक्षण असतो.

परंतु हे अजून साध्य झालेले नाही. त्याची कारणेही सबळ आहेत. एवढ्या मोठ्या मुक्त अन् गुंतागुंतीच्या वातावरणातील अनेक नित्य बदलणाऱ्या व परस्परावलंबी गोष्टींवर पावसाचे भवितव्य आधारित असते. अर्थात् हा प्रश्न सोडवण्याचे मार्ग देखील आहेत. पण ते सर्व कागदोपत्री; व्यवहारात उपयोगी येण्यासारखे नाहीत. दरम्यान आपण मात्र असहाय्य असतो. पाऊस येतो, पडत रहातो, जातो, पण त्याच्या लहरीविषयी आपण काहीच सांगू शकत नाही.

पाऊस पडून गेल्यानंतर आपण भले त्याची चिकित्सा करू पण त्याविषयी अगोदर काहीच सांगू शकत नाही. त्यामुळे एखादा शेतकरी लागवडीस सुरवात करतो व नंतर काही दिवसांनी पाऊस येतो असेही दृश्य दिसू लागते. पण त्यात विशेष काही नाही. पाऊस अनिश्चित असेल पण अनिर्बंध आहे असे काही म्हणता येणार नाही. पर्जन्य राजाला खाली यायला भाग पाडण्याच्या उद्देश्याने शास्त्रज्ञ प्रयोग करण्यात गुंतले आहेत. सध्या प्रचलित असलेल्या अशा प्रयोगाचे नांव आहे 'सीडींग'. ह्यामधे आवश्यक त्या पदार्थाचे असंख्य लहान लहान कण ढगांमधे सोडतात. उद्देश असा की त्यांनी ढगातील बाष्पाला गोठवून त्याचे पावसात रुपांतर करण्यास उद्युक्त करावे. यासाठी मीठ, सिल्व्हर आयोडाईड, घन कार्बन-डाय-ऑक्साईड व इतर अनेक पदार्थांचे कण उपयोगात आणतात.

असे प्रयोग सुरवातीस सफल झाल्याचा दावा सिद्ध झालेला नाही. आपल्या देशात

केलेल्या काही प्राथमिक स्वरुपाच्या प्रयोगाचे परिणाम जरी आशादायी असले तरी वादातीत नाहीत. काही ठराविक प्रकारच्या ढगांचे 'सीडींग' केले असता जी जागा पाऊस पाडण्यासाठी निश्चित केली आहे तिकडे दहावीस टक्के पाऊस जास्त पडतो पण तितकाच पुढे वाऱ्याच्या दिशेने कमी पडतो — असा काहींचा समज आहे. अशा प्रकारचा दावा सिद्ध करणे अथवा चूक ठरवणे कठीण आहे, कारण असे शोध आकडेवारीनुसार सिद्ध करावे लागतात. तसेच, प्रयोग निःशंक मनाने करावे लागतात. (कारण "सीडींग" न करताही पाऊस पडतोच) अशा परिस्थितीत टीकाकांराना टीकेला व समर्थकांना प्रयोगाची सफलता उचलून धरायला सारखाच वाव आहे.

ही पद्धत ज्या तत्वावर आधारित आहे, ते शास्त्रीय दृष्ट्या बरोबर वाटते. ढगांमध्ये सोडलेल्या कणाभोवती बाष्प गोठून त्यामुळे ढगामध्ये जास्त पावसाचे थेंब जमतात. पण केवळ ढगाचा आकार मोठा होणे, घन होणे एवढी एकच गोष्ट म्हणजे पाऊस पडणे नव्हे तर इतर अनेक गोष्टी आहेत की त्यांच्यावर "सीडींगचा" किती व कसा परिणाम होतो. असे प्रश्न जेव्हा मनात येतात तेव्हा आपल्याला आपल्या ज्ञानाच्या आतापर्यंतच्या मर्यादा जाणवू लागतात. अनुभव मात्र पाऊस पाडण्यासाठी काही नाट्यमय परिवर्तन हाताशी नसल्याचेच दाखवतो.

"सीडींग" सफल झाल्याचा मर्यादित दावा जर खरोखर आचरता येईल तरी आपल्या दृष्टीने ते महत्वाचे आहे. कमी प्रमाणात का होईना, आपणा पावसाचे वाटप बदलू शकतो हेही नसे थोडके ! भरपूर पाऊस पडणाऱ्या प्रदेशातून नजिकच्या कमी पावसाच्या प्रदेशात थोडे ढग



'[illegible] पेरणी करायला लाग पाऊस येईल'

ढकलून द्यायचे ही कल्पनाच किती रोमांचकारी आहे !

खरे म्हणजे आपल्यापुढे मोठा पेच आहे. एका बाजूस विकासाला वाव देणारी घटना तर दुसऱ्या बाजूस परिणामाची शाश्वती नाही. अशा परिस्थितीत तिचा पाठपुरावा करायचा की प्रयत्न सोडून द्यायचे हा मोठा यक्षप्रश्न आहे. खर्चाच्या दृष्टीने परवडण्यासारखे आहे अथवा नाही ह्याचा विचार तांत्रिक यश मिळाल्यावर करायचा. म्हणून, फुकट जाण्याचा धोका पत्करुन ह्या विषयावरील संशोधनावर बराच पैसा गुंतवणे आवश्यक आहे. अशा प्रयोगांना लागणारे विमान मिळवणे, चालवणे व ते कार्यक्षम ठेवणे ह्यालाच बराच खर्च येते. बाकी मुख्यत्वे संघटनात्मक कार्य असते. ह्या सर्वांसाठी पैशाची तरतूद आपण केली पाहिजे. कारण "सीडींग"चे यशापयश आपले आपल्यालाच ठरविले पाहिजे. त्यामुळे सध्या तरी पावसाचा अंदाज वर्तवणेच काय पण त्यावर अंकुश ठेवणेही अशक्यच !

स्वभाव

खोडकर, दयाळू अनिश्चित, तापट, झोडपणारा, लहरी, असा हा पाऊस ! अनेकदा त्याच्याबद्दल तक्रारीच ऐकू येतात. त्यातील काही प्रामाणिक असतात. तर बरेचदा आपण त्याच्या लहानसहान चुकांचा बाऊ करतो. पण एकंदरीत स्वारीची वागणूक स्तुत्यच ! नाहीतर आपण आपण एवढ्या संख्येने या पृथ्वीतलावर दिसलोच नसतो.

महत्वाची आकडेवारी

पाऊस एखाद्या विशिष्ट ठिकाणी, विशिष्ट वेळी कसा व किती पडेल ह्याविषयी आपण अंदाज बांधू शकत नाही. पण आपल्याकडे त्याच्याविषयीची गेल्या एक शतकाहून अधिक लेखी नोंद असल्याने आपण आकडेवारीत अंदाज वर्तवू शकतो. अशा नोंदीचा सारांश स्वतःच अंदाज करणाऱ्या लोकांच्या स्मरणात असतो. तरी आपल्या हवामानतज्ज्ञांनी पावसाच्या मोजमापाचा अभ्यास करून काही ठळक वैशिष्ट्ये व त्यांचे स्पष्टीकरण मांडले आहे.

आतापर्यंतची ठळक वैशिष्ट्ये अशी आहेत :

- आपल्या देशातील बऱ्याच भागात जास्तीत जास्त पाऊस जून ते सप्टेंबर या काळात तीन किंवा चार महिने पडतो. पण ह्या काळातही तो नेहमी समप्रमाणात पडतोच असे नाही. कधीकधी मोसमातील एकूण पावसाच्या निम्म्याहून जास्त पाऊस दोन-तीन पर्जन्यवृष्टीच्या मोठ्या सरी थोड्या काळात भरून काढतात.
- पश्चिम घाट व हिमालयाच्या खालच्या भागात भरपूर पाऊस पडतो. तर हिमालयाची उंच शिखरे, तसेच पश्चिम राजस्थान व उत्तर गुजरातमध्ये सर्वात कमी पाऊस पडतो.
- कोणत्याही ठिकाणी दरवर्षी सारखाच पाऊस पडत नाही. जिथे सरासरी पाऊस कमी पडतो तिथे टक्केवारीतील तफावत सर्वात जास्त असते. जिथे सरासरी 200 सें.मी. पाऊस पडतो, तिथे 15 सेंमी.ची तफावत म्हणजे काहीच नाही. पण जेथे पाऊस 20 सें.मी. पडतो, तिथे 15 सें.मी. पाऊस कमी अथवा जास्त झाला तर त्याची परिणती

दुष्काळ किंवा पुरात होते. ह्यामुळे रखरखीत प्रदेशात आणिबाणीची परिस्थिती उद्‌भवते.

- एखाद्या ठिकाणी, जून-सप्टेंबर ह्या एकाच मोसमात दुष्काळ-पूर-दुष्काळ असे क्रमाने घडू शकते.

हे बदल आपल्या दृष्टीने काळजी करण्यासारखे असले तरी त्यांचा अभ्यास करून त्याप्रमाणे जुळवून घेणे हेच आपल्या हाती असते. पाऊस जर सर्व ठिकाणी आणि ठरलेल्या वेळी सारखा पडला असता तर फार चांगले झाले असते. पाटबंधाऱ्याच्या विशेष मदतीशिवाय आपले कृषी उत्पादन वाढले असते. आसाममध्ये पूर आणण्याइतका पाऊस पाडणारे ढग राजस्थानसारख्या दुष्काळी प्रदेशात अथवा कोकणातून दुष्काळी मराठवाडा प्रदेशात ढकलता आले असते किंवा खरीप पीक देणारे जास्तीचे ढग रब्बी हंगामासाठी राखून ठेवता येते तर किती चांगले झाले असते ! ह्या गोष्टी सद्य तंत्रज्ञानानुसार अजून शक्य नसल्याने पाटबंधारे बांधावे लागणारच आणि दुष्काळी भागात ढगही पाठवता येणार नाहीत.

पाऊस कायम पडत नसल्याचा आणखी एक तोटा आहे. त्यामुळे नदी व ओढ्यांना पावसाळ्यात मुबलक पाणी व नंतर एकदम कमी अशी अवस्था होते. जिथे पाण्याचा प्रवाह एकसारखा असतो अशा नदी किंवा ओढ्यांचे पाणी पूर्णपणे उपयोगात आणण्यासाठी किंवा त्यावर नियंत्रण ठेवण्याकरिता लहान तलाव अथवा साधे कालवे पुरेसे ठरतात. परंतु तसे इथे होत नाही त्यामुळे जेव्हा पाऊस भरपूर पडतो तेव्हा ते पाणी पुढे वापरता येण्यासाठी मोठे तलाव व धरणे बांधावी लागतात.

त्यासाठी खर्चही खूप येतो व बांधकाम देखील कठीण असते. पण ते व्यवहार्य असते. आणि इथेच मानवाच्या प्रयत्नांची व कौशल्याची कसोटी लागते.



गंगा

स्वच्छ,खळाळतें पाणी,वाहत्या सर्व नद्या आम्हा भारतीयांना वंदनीय आहेत.त्यात गंगानदीचा मान सर्वोच्च आहे. तिचा उगम भगिरथाच्या प्रयत्नामुळे झाला की भूगर्भातील घडामोडीमुळे झाला हा प्रश्न महत्वाचा नाही. बऱ्याच नद्यांच्या नावापुढे किंवा मागे गंगा हा उपसर्ग जोडलेला असतो. परंपरेनुसार जनमानसाने हे नादमय, लावण्यपूर्ण नाव हिमालयाच्या पायथ्याजवळून उत्तरेकडील सपाट मैदानावर वाहत जाणाऱ्या सर्वात मोठ्या नदीला दिलेले आहे.

आपल्याकडील बऱ्याच नद्यांना पावसाळा संपल्यानंतरही पुरेसे पाणी असते. अशा नद्या पाटबंधारे,उर्जा,वाहतूक व उद्योगधंद्याकरिता महत्वाच्या असतात.सुंदर वास्तुशिल्पे असलेली मोठी शहरे त्यांच्या काठी वसलेली असतात.

पाण्याची उपलब्धता

आपले स्वास्थ्य,उत्कर्ष व भरभराट,कालवे व धरणे ह्याच्या वाढीवर अवलंबून आहे.यासाठी आपल्याकडे एकूण पाणी किती आहे व त्यातील पाटबंधाऱ्यासाठी किती वापरता येईल हे जाणून घेणे महत्वाचे आहे.प्रथम आपला सर्व जलपुरवठा नद्यांमुळे होतो असे समजू.हे पाणी पाटबंधाऱ्यासाठी बारमास वापरता येणे शक्य आहे. ते किती आहे हे कळण्यासाठी त्याचे मापन केले पाहिजे. पण हे काम सोपे नाही. त्यासाठी नदीच्या कोणत्याही एका भागात पाण्याच्या वेगवेगळ्या खोलीखाली पाण्याच्या प्रवाहाची गती मोजावी लागते. ह्याकामी गतीमापक व इतर साहित्य असलेले खास जहाज वापरतात.हे काम कंटाळवाणे,किचकट व वेळखाऊ आहे. त्यात अजून कोणाला यश आलेले नाही. म्हणून दुसऱ्या अप्रत्यक्ष पद्धतीने अंदाजी उत्तर काढतात.

भारत सरकारच्या हवामान खात्याने दिलेली एकूण पावसाच्या प्रमाणाची माहिती वापरून ठराविक भागात पावसाचे एकूण किती पाणी पडते हे काढता येईल.त्यातील थोड्या पाण्याचे जमिनीवरुन बाष्प होते तर थोडे झाडांच्या उच्छ्वासाद्वारे हवेत फेकले जाते.बाकीचे पाणी त्या भागातून जी नदी वाहते त्यात सामावते. जर जमिनीवरुन किती पाणी बाष्प होऊन जाते व झाडांच्याद्वारे किती जाते,हे समजले तर एकूण पावसातून दोन्ही वजा करून नदीमुळे किती पाणी मिळते,हे काढता येईल.डॉ. खोसला ह्यांनी प्रथम हे शोधून काढले.*

---

* डॉ. ए. एन. खोसला ह्यांनी "आपली जलसंपत्ती" ह्या विषयावरील माहितीत मोलाची भर टाकली आहे. आता जरी त्याच्यानंतर ह्या क्षेत्रात पुष्कळ काम झाले असले तरी त्यांचे विचार व मोलाची कामगिरी आपल्याला आपल्या जलसंपत्तीचा आढावा व त्याचा पुरेपूर वापर करून घेण्याच्या कामी मार्गदर्शक ठरले आहेत. आमच्या अभियंत्यांचे ते स्फूर्तीस्थान आहेत.

आपली जमीन सुमारे 330 कोटी हेक्टेअर आहे आणि वार्षिक पाऊस सरासरी 1 मीटरहून थोडा अधिक पडतो. ह्यावरून दरसाल मिळणारे पाणी सुमारे 400 कोटी हेक्टेअर मीटर (mhm)* एवढे असते, हे ध्यानात येईल. ह्यातून बाष्पीभवन व झाडांच्या द्वारे हवेत सोडले जाणारे पाणी वजा करावे लगेल.

झाडांद्वारे व बाष्पीभवनामुळे हवेत पाणी (वाफ) सोडली जाण्याची क्रिया त्या ठिकाणाच्या मासिक सरासरी तापमानावर अवलंबून असते. त्याचप्रमाणे कोणत्याही जागेचे मासिक सरासरी तापमान तेथून दरमहा किती पाणी (बाष्परुपाने) हवेत जाते ह्यावर अवलंबून असले पाहिजे. ह्या तत्वाच्या आधारे श्री. खोसला यांनी प्रयोग करून एक सूत्र तयार केले. ह्या सूत्राच्या आधारे त्यांनी प्रत्येक प्रदेशातून दरमहा झाडे व बाष्पीभवनाद्वारे होणारी पाण्याची तूट वेगवेगळी मोजली. अशी बारा उत्तरे बेरीज करुन प्रत्येक प्रदेशाची सालिना तूट काढाली व सर्व प्रदेशांचे असे वर्षभराचे तुटीचे आकडे बेरीज करुन त्यांनी असे दाखवून दिले की संबंध देशातून वाफेच्या रुपाने सुमारे 230 (mhm) इतके पाणी हवेत परत जाते. म्हणजेच निम्म्याहून थोडे अधिक पावसाचे पाणी नैसर्गिक क्रियेमुळे परत वातावरणात जाते. 400 (mhm) पैकी 230 (mhm) वगळून उरलेले 170 (mhm) पाणी दरवर्षी बहुधा पावसाळ्यात नदीद्वारा समुद्रात जाते. 400 (mhm) पावसाच्या पाण्याची अशी विभागणी 230 (mhm) वाफेद्वारा + 170 (mhm) नदीतून समुद्राकडे, अगदी आकड्यागणिक बरोबर नसली तरी अंदाजे एवढीच आहे. नदीतून समुद्रात किती पाणी जाते ह्याची प्रत्यक्ष मोजणी करता येत नसल्याने श्री. खोसला यांना अशी आडवळणाने मोजणी करावी लागली. त्यानंतरच्या काळात थोडीफार गणती झाली. केन्द्रीय जल आयोगाकडे ती संकलित केलेली आहे. त्यावरुन असे दिसून येते की श्री. खोसलांनी शोधून काढलेले उत्तर व प्रत्यक्ष मोजणी करुन मिळालेले उत्तर ह्यात विशेष फरक नाही. थोडक्यात :

पावसाचे पाणी = वाफेद्वारा जाणारे पाणी + नदीतून जाणारे पाणी 400 (mhm)

= 230 (mhm) + 170 (mhm)

आता नदीतून जाणाऱ्या 170 (mhm) पाण्याची दोन भागात वाटणी होते.

(अ) जमिनीवरून वाहणारे 110 mhm.

(ब) 60 mhm जमिनीत झिरपून परत नदीत येणारे.

भाग (अ) ह्यातील पहिल्या प्रकारचे पाणी पाऊस पडल्यानंतर किंवा बर्फ वितळल्यावर लगेच नदीला मिळते.

भाग (ब) दुसऱ्या प्रकारात ते जमिनीखालून वाहत रहाते व पाऊस संपल्यानंतर बऱ्याच दिवसानंतर नदीला मिळते.

---

* (mhm) म्हणजे million hectare meter. एक हेक्टेअर जमिनीत, एक मीटर खोल जितके पाणी मावेल त्याचे माप एक हेक्टेअर मीटर. दहा लक्ष हेक्टेअर मीटर पाणी म्हणजे दशलक्ष हेक्टेअर जमिनीत एक मीटर खोल मावेल. ते 10^{13} लिटर अथवा 10^{10} घन मीटर (टन) च्या बरोबर आहे.

एक चिंतन

170 mhm एवढ्या नदीच्या पाण्यावर आपण पाटबंधारे काढू शकतो. नुसते समुद्रात वाहून फुकट जाण्यापेक्षा त्याचा सर्वाधिक उपयोग करून घेण्याच्या दृष्टीने आपण प्रयत्न केले पाहिजेत. त्यामुळे नैसर्गिक समतोल आपल्याला सोयिस्कर असा बदलता येईल. थोड्या प्रमाणावर आपण असा नैसर्गिक समतोल बदलला आहे.30 (mhm) पाण्यावर कालवे काढून व 20 (mhm) पाणी विहिरी खोदून एकूण 50 (mhm) पाणी आपण पाटबंधाऱ्यासाठी वापरले आहे. म्हणजे 170 (mhm) पाण्यापैकी 50 (mhm) पाणी वजा करता उरलेले 120 (mhm) पाणी नदीतून वाहते. प्रयत्नांती त्याचाही उपयोग करता येईल. आपल्या देशातील लागवडीखालील एकूण जमिनीच्या 25 टक्के जमीन 40 (mhm) पाण्यावरील पाटबंधाऱ्याखाली भिजली आहे. जर सर्वच्या सर्व म्हणजे 170 (mhm) पाणी पाटबंधाऱ्यासाठी उपयोगात आणले तर संपूर्ण जमिनीला पाणी मिळेल. इतकेच नव्हे तर त्याचा आणखी एक फायदा आहे. पाटबंधाऱ्याचे पाणी बहुतांशी शेतीसाठी वापरतात. म्हणजेच ते झाडांद्वारे बाष्परुपाने पुन्हा वातावरणात फेकले जाते. सध्या 230 (mhm) नैसर्गिक + 50 (mhm) पाटबंधाऱ्याचे, असे मिळून एकूण 280 (mhm) पाणी हवेत फेकले जाते. त्याचे प्रमाण जर 400 (mhm) पर्यंत नेले तर त्या प्रमाणात हवेतील आर्द्रता वाढेल व अर्थात् पावसाचे प्रमाणही वाढेल. त्यामुळे पाण्याची वाफ — वाफेचे पाणी (पाऊस) असा जो चक्रनेमीक्रम आहे त्याची गती कृत्रिमरीत्या वाढवता येईल. विचारपूर्वक केलेला हा आपला एक तर्क.

असाही एक दृष्टिकोन

आपल्या वर्तमान मर्यादेबाहेर जाऊन सध्या जेवढे पाणी पाटबंधाऱ्यासाठी वापरले जाते, त्याहून अधिक वापरता येणे कठीण आहे. फार तर 70-80 (mhm) ची मर्यादा ! त्यापलीकडे शक्य असले तरी जाण्यात हशील नाही. समुद्रात मिळणाऱ्या पाण्यात घट झाली तर पर्यावरणाचा समतोल बिघडेल तसेच, ठराविक मर्यादेबाहेर पाणी रोखून धरले तर जमिनीतील मिठाचे प्रमाण वाढेल म्हणून 170 (mhm) पाण्यावर पाटबंधारे काढण्याची क्षमता वाढवणे हे फक्त कागदोपत्रीच. व्यवहारातील कमाल मर्यादा खूपच कमी आहे.

वाया जाणारे पाणी

पाटबंधाऱ्यासाठी आपल्या नद्यांचे सर्व पाणी उपयोगात न येण्याची काही व्यावहारिक कारणे आहेत. प्रमुख कारण म्हणजे पाऊस स्थलकालाचे बंधन मानत नाही. उन्हाळ्यात कालव्याच्या पाण्याला मागणी असते पण नद्यांमध्ये पुरेसे पाणी नसते.

पावसाळ्यात मागणी कमी असते तेव्हा नद्यांना भरपूर पाणी असते. पावसाळ्यात जे पाणी फुकट जाते, त्याचा आपण उपयोग करुन घेतला पाहिजे. हे तीन प्रकारे करता येईल.

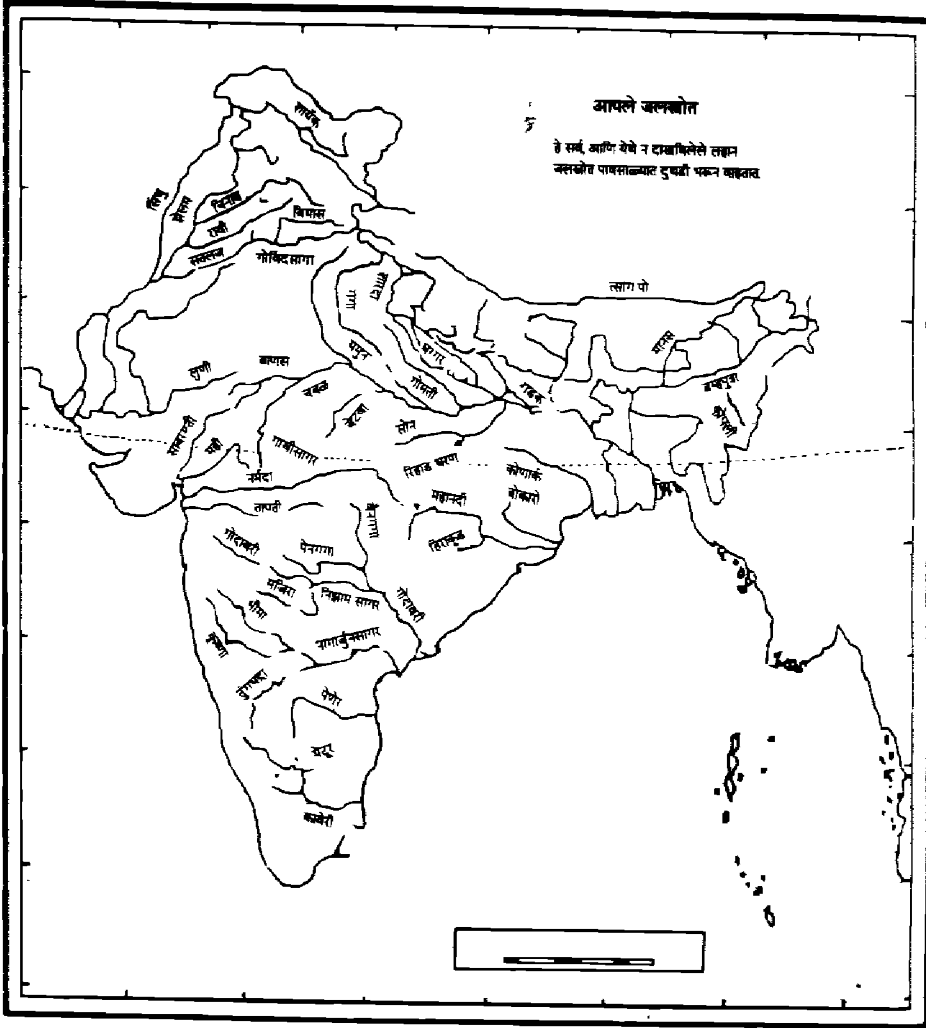
तक्ता 1

	नद्यांची खोरी	समुद्रात जाणारे पाणी वार्षिक (mhm)	वापरता येण्यासारखे (mhm)	वापरण्यास कठीण (mhm)
हिमालयातून उगम	गंगा	50	20	30
	ब्रह्मपुत्रा	45	5	40
	सिंधु	3	3	0
पश्चिमेकडे वाहणाऱ्या नद्या	नर्मदा, तापी, साबरमती प. घाटातील नद्या	30	7	23
पूर्वेकडे वाहणाऱ्या नद्या	गोदावरी कृष्णा कावेरी महानदी इ.	40	35	5
वाळवंटातून वाहणाऱ्या नद्या	लुणी घग्गर	2	1	1
	एकूण	170	71	99

- भावी काळासाठी हे पाणी साठवणे
- जिथे त्याची ताबडतोब गरज आहे अशा ठिकाणी त्याचा प्रवाह वळवणे.
- शेतीसंबंधी आधुनिक पद्धती वापरुन स्थानिक खरीप पिकाचा वापर वाढवणे.

हे सर्व पर्याय सध्या प्रचलित आहेत. परंतु ते कमी प्रमाणात असल्याने पावसाळ्यात बरेचसे पाणी समुद्रात वाहून जाते. असे असले तरी सतलज, बियास, कावेरी ह्या नद्यांचे पाणी पूर्णपणे उपयोगात आणता येते. राबी, नर्मदा, तापी, कृष्णा, गोदावरी व इतर काही नद्यांची त्या दिशेने वाटचाल सुरू आहे. तर गंगा व ब्रह्मपुत्रा ह्या दोन प्रमुख नद्यांच्या रुपाने एक आव्हान उभे आहे आणि ते पेलण्यासारखेही आहे. तक्ता 1. वर नजर टाकल्यास ह्याची कल्पना येईल. त्यातील आकडे अगदी नेमके नसले तरी बोलके आहेत. ब्रह्मपुत्रा, गंगा व पश्चिम घाटातील लहान नद्या ह्यांचे पाणी मोठ्या प्रमाणात साठवणे काही कारणामुळे कठीण आहे.

ब्रह्मपुत्रेचे खोरे बहुतांशी खडकाळ असून तेथे भूकंपाचा धोका संभवतो. गंगा व तिच्या उत्तरेकडील उपनद्यांचे पाणी साठवण्याकरता, हिमालयाचा जो भाग भारतात आहे तेथे योग्य जागा नाहीत. परंतु नेपाळमध्ये मात्र आहेत. दोन्ही देशांच्या सहकार्याने हा प्रश्न सुटेल.

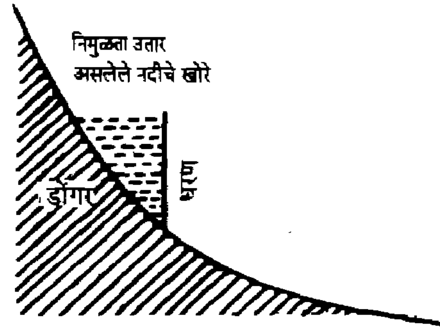


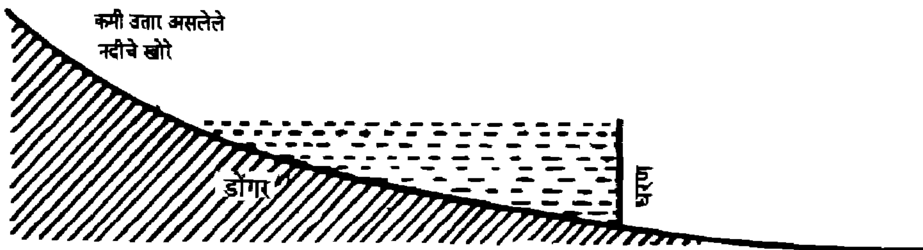
हा नकाशा भारतीय सर्वेक्षण संस्थेच्या नकाशावर आधारित असून प्रमुख सर्वेक्षक, भारत सरकार (1993) याचेकडे त्याचे सर्व हक्क सुरक्षित आहेत. योग्य मूलस्थानापासून पाहणी केली असता भारतीय जल, समुद्रात 12 (नॉ.) मैल विस्तारलेले आढळून येते.

नदीचे पाणी साठवणे ही गोष्ट तशी सोपी नाही. त्यासाठी तांत्रिक, आर्थिक, सामाजिक व राजकीय अशा अनेक अंगांचा विचार करावा लागतो. तलावाचा आकार (म्हणजेच साठवायच्या पाण्याचे घनफळ), धरणाची भिंत वाजवीपेक्षा कमी उंच असली, तरी मोठी असली पाहिजे. म्हणजेच खोल, विस्तृत व त्यामानाने पसरट खोरे मिळाले पाहिजे. तलावाभोवती असलेल्या डोंगराच्या भिंतीना पाण्याचा दाब पेलता आला पाहिजे. नाहीतर गळती लागेल.

जिथे धरण बांधायचे त्या जागी खोल, अरुंद दरी असेल तर लांब धरणाची गरज पडत नाही व खर्चातही कपात होते. जिथे तलाव बांधायचा असेल तिथे लोकवस्ती शक्यतो कमी असावी नाहीतर त्यांच्या पुर्नवसनाची गंभीर समस्या उभी राहते. अशा अनेक गोष्टींचा विचार करावा लागतो आणि जागेची निवड करण्याचे काम कठीण होते. योग्य आकाराचे तलाव फक्त डोंगरावर बांधता येतात. त्यात फक्त डोंगरावरून येणारे पावसाचे पाणी साठवता येते. सपाट प्रदेशात वाहणारे पावसाचे पाणी येईल त्याप्रमाणे वापरावे लागते. (कालवे किंवा पुराचे पाणी वापरतो तसे). आता ह्या गोष्टी अंगवळणी पडत आहेत. पावसाळ्यातच कालव्याच्या पाण्यावर भाताचे पीक घेण्याकडे लोकांचा कल वाढत आहे. ह्यामुळे कालव्यांची संख्या वाढवायची की बस्स! ह्या कालव्यांचा उपयोग फक्त पावसाळ्यातच होईल. म्हणजे फक्त खरीप पिकासाठीच त्यांचा उपयोग होईल. तेव्हा उत्पन्नाच्या दृष्टीने ते परवडणार नाहीत पण त्यांवर होणारा खर्च व त्यापासून होणारे फायदे यांचे प्रमाण पहाता, ते किफायतशीरच आहेत. अशा प्रकारे तक्ता 1 मध्ये दाखवलेल्यापेक्षा गंगेचे पाणी अधिक उपयोगात आणता येईल.

पश्चिम घाट अरबी समुद्राकडे एकदम उतरता आहे. त्यामुळे त्यावरील नद्यांचे पाणी वापराच्या दृष्टीने सुलभ नाही. पुष्कळ पाऊस पडत असताही पाणी लहान लहान उपनद्यांच्या द्वारे झटकन् वाहून जाते व त्यामुळे मोठी नदी तयार होत नाही.





निमुळता उतार असलेली खोरी पाणी साठविण्यास विशेष उपयुक्त नाहीत

त्यामुळे घाटात मोठे प्रकल्प होऊ शकत नाहीत. ते सुद्धा वरील नियमाच्या चौकटीत बसत असले तरच. शिवाय साठवलेले पाणी पाटबंधाऱ्यासाठी उपयुक्त ठरणारा समुद्रकिनाऱ्यावरचा कोकण हा लहानसाच प्रदेश आहे. पाणी वाहून नेण्यासाठी कालवे, नलिका, खंदक ह्या प्रदेशात खणणे हे देखील कठीण काम आहे.

सारांश, येत्या काही वर्षांत आपण 40 (mhm) पाण्यावरून 80 (mhm) पाण्याचे पाटबंधाऱ्यासाठी वाटप करू शकतो. जसजसे तंत्रज्ञान पुढे जाईल व लोकांना पाटबंधाऱ्याच्या पाण्याचे महत्व समजेल, तसतसे उरलेले 90 (mhm) पाणी थोड्या फार प्रमाणात पाटबंधाऱ्यासाठी वापरता येईल. परंतु सध्यातरी आपण या मुद्यावर गंभीरपणे विचार किंवा उहापोह करीत नाही. ब्रह्मपुत्रेचे जास्तीचे पाणी दक्षिण व पश्चिम भारतात आणण्याची गरज आहे. पश्चिम घाटात येणारे पुराचे पाणी साठवण्याची किंवा दुसरीकडे वळवण्याची गरज आहे. त्यासाठी कल्पकता व योजकता असलेले अभियंत्रज्ञान हवे. असे करताना ज्या नद्या या कामी जुंपणार आहेत त्यांचे 'मी पण' जपले पाहिजे. तसेच पाटबंधाऱ्याचे पाणी स्वस्त मिळाले पाहिजे. कल्पकता व वास्तवता यांचा मेळ बसला पाहिजे.

दिशाभूल करणारी सरासरी व निरर्थक गणिते

अगदी भिन्न संख्यांची सरासरी अनेकदा दिशाभूल करते. उदाहरणार्थ 200 से.मी. पाऊस व 20 सें.मी. पाऊस यांची सरासरी 110 सेंमी पाऊस येते. पण 20 से.मी. व 200 से.मी. पाऊस पडतो त्या प्रदेशात 110 से.मी. पाऊस पडावा अशी अपेक्षा करणे म्हणजे दुष्काळी भागात पूर येण्यासारखेच आहे. सरासरी काढताना त्या पद्धतीतील उणीवा लक्षात ठेवून आपण काहीसे स्पष्ट चित्र मिळवण्याचा प्रयत्न करतो. त्याचा हेतू शक्याशक्यतेचा आढावा घेणे असा आहे. व्यावहारिक उपयुक्तता आजमावणे असा असेलच असे नाही. एखाद्या प्रकल्पाची व्यवहार्यता ठरवताना सर्व अंगांचा पूर्ण अभ्यास करावा लागतो. ते तज्ज्ञांचे काम आहे. आणि सुदैवाने ते आपल्याकडे पुरेसे आहेत. प्रगतिशील प्रकल्प हाती घेण्यास ते नेहमीच उत्सुक असतात. काहींना त्यांच्या कर्तृत्वाला आव्हान देणारी कामे हवी असतात. त्यात अडचणीही असतात.

अडचणी

मुख्य अडचण साधनांची. कुशल कामगार, यंत्र सामग्री व लागणारे सामान ही तीनही आपल्याकडे आहेत पण पुरेशी नाहीत. शिवाय अशा प्रकल्पांना प्राधान्य मिळायला हवे. कोणताहि दबाव नसावा. सध्या काही कामे चालू आहेतही. गेल्या दोन दशकातील अन्नधान्याची निर्यात दुप्पट झाली आहे. त्याचे श्रेय त्यावेळी बांधलेल्या पाटबंधारे व कालवे प्रकल्पाचे. बऱ्याच प्रकल्पांची कामे चालू आहेत तर काही पूर्ण होत आली आहेत, तर काहींचा कार्यवाहीत आणण्याच्या दृष्टीने विचार चालू आहे. परंतु ह्या घडीला अशा कामांना अग्रक्रम दिला पाहिजे व आपण आळस झटकून जोमाने कामास लागले पाहिजे. त्या दिशेने वाटचाल चालू आहे.

राजकीय हस्तक्षेपही असतात. परंतु पाटबंधाऱ्यांची कामे त्वरेने व्हावीत म्हणून वाढता सामाजिक दबाव येताच त्यांना नमते घ्यावे लागते. आपल्या देशातील सुमारे अर्धी जमीन लागवडीखाली आणलेली आहे. अधिक जमीन लगवडीखाली आणण्यास आता वाव नाही. म्हणून पिकाचे उत्पन्न वाढवण्यावर आपण लक्ष केंद्रित केले पाहिजे. त्यासाठी आवश्यक असणारी महत्वाची गोष्ट म्हणजे पाणी. म्हणजे पाटबंधारे वाढवणे आलेच. ते आपण करु शकतो. आतापर्यंत केले त्याहून नवीन काही करायचे नाही. फक्त कामाचा वेग वाढवायचा, नदीचे पाणी वळवून कालवे काढायचे आणि तलाव, बंधारे बांधायचे. त्यासाठी शक्य असेल तिकडे धरण बांधून नदीचे पाणी अडवायचे. अशा रीतीने दरवर्षी 10-20 लक्ष हेक्टेअर जमिनीला पाटबंधाऱ्याचे पाणी पुरवून लागवडीखाली आणायचे. वाढत्या लोकसंख्येचा विचार करता हे आवश्यक आहे. या योजनेला थोडीशी चालना मिळताच सारे चित्र पालटून जाईल.



ख्वाजा हीर*

जमीन खोदताना सर्वात वर कोरड्या जमिनीचा पातळसा थर लागतो. त्याखाली बरेच मीटर खोल ओलसर जमीन लागते. त्याही खाली खोदत राहिले असता काही अंतरावर जमिनीच्या खालून पाणी येते व खड्ड्यांत साचते. जमिनीखाली जितक्या अंतरावर पाणी लागते त्याला 'स्प्रिंग लेव्हल' अथवा भूमिगत जलाशयाची पातळी म्हणतात. ह्या खाली जमिनीत असणारी छिद्रे पाण्याने अगदी भरलेली असतात. हवा शिरायलाही वाट नसते. त्याच्याही खाली खूप खोल खणले असता कठीण खडक लागतो. त्यात मोकळी जागा किंवा पाणी असण्याची शक्यता कमी. कोठेही गेले तर थोड्या फार फरकाने असेच चित्र दिसते. फक्त निरनिराळ्या थरांच्या जाडीमध्ये व खोलीमधे फरक असतो. आपल्या देशात निम्म्या भागात वरचा जमिनीचा थर पातळ असतो. खडक अगदी लगेच लागतो. ह्या जागेला कठीण खडकाचे क्षेत्र असे म्हणतात. खडकाळ पट्ट्यात, विशेषतः जमिनीच्या लगत असेल तर थोडेफार पाणी असतेच. बऱ्याच खडकांमधे चिरा भेगा, फटी असतात. पाणी असेल तर ह्या जागेत भरते. कधीकधी हवेच्या परिणामामुळे खडकांत छिद्रे पडतात. त्यांच्यातही पाणी भरते. वाळूच्या खडकासारखे काही खडक जात्याच सछिद्र असतात व म्हणून त्यात पाणी राह शकते. परंतु सर्वच वाळूचे खडक सछिद्र नसतात. काही एकदम घट्ट असतात.

काही चुनखडीच्या खडकांवर पावसाचा प [illegible] ाम होऊन त्यांच्यात गुहा व बोगदे तयार होतात. त्यांचे आकार व रचनाही वेगवेगळे असतात. वर्षानुवर्षे वाहणाऱ्या पावसाच्या पाण्यामुळे असे होते. पाणी पुरेसे असेल तर जेवढ्या रिकाम्या जागा असतील तेवढ्या सर्व पाण्याने भरतात. अशा तऱ्हेच्या खडकातून जमिनीखाली पाण्याचे झरे किंवा पाणथळ मिळण्याची शक्यता असते. असे पोकळी असलेले चुनखडीचे खडक समुद्राजवळ असतील तर त्यातून बरेचसे गोडे पाणी (पोकळीत भरलेले) समुद्रात फेकते जाते. आपल्या देशात असे दगड (चुनखडी) फार थोड्या ठिकाणी व समुद्रापासून बरेच दूर आहेत. *जमिनीवरून वाहणाऱ्या नद्या किंवा पाण्याचे तलाव जमिनीखाली क्वचित दिसतात.* आपल्या देशातील जमिनीखालील पाण्याचे साठे म्हणजे जमिनीतील छिद्रांत किंवा खडकातील कपारीत सापडणारे पाणी; विहिरी व नलिकाकूप ह्यात झिरपते ते हेच पाणी.

---

* असे म्हणतात की ख्वाजा हीर ह्याना 'आब-ए-हयात' ह्या तथाकथित अमरत्व देणाऱ्या रसायनाची गुप्त जागा ठाऊक होती-त्यांच्या स्मृत्यर्थ भारतातील काही खेड्यात विहीरींना 'ख्वाजा हीर' म्हणतात.

उत्तरेकडील मैदानी प्रदेश (सिंधु व गंगा खोरी) गाळाच्या जमिनीचा बनलेला आहे. अशी जमीन छिद्रांमधे खूप पाणी साठवू शकते. जमिनीच्या घनफळाच्या 10 ते 40 टक्के भाग सच्छिद्र आहे. त्यात पाणी राहू शकते. त्यामानाने खडकातील कपारींनी व्यापलेला भाग अगदीच कमी आहे.

आपल्या देशाचा अर्धा भाग बसॉल्ट (काळा लाव्हाचा दगड) ग्रॅनाईट व थरांच्या खडकाने व्यापलेला आहे. त्यात फारच थोडे पाणी साठू शकते. थोडक्यात, जमिनीखाली पाणी सगळीकडेच असते. फक्त त्याचा दर्जा, प्रमाण व जमिनीतून वर येण्याची क्षमता वेगवेगळी असते. जमिनीखालच्या पाण्याला आपल्या जीवनात महत्वाचे स्थान आहे. नदीवर बांध घालणे किंवा कालवा खोदणे हे एकट्या दुकट्याचे काम नव्हे. पाण्यासाठी स्वतःची विहीर खोदणे एखाद्याच्या आवाक्यात असेल. पण त्यालाही मर्यादा आहेत. ह्यासाठी केवळ पुस्तकी ज्ञानाच्या उद्देशाने नव्हे तर त्याचा उपयोग आपल्या दैनंदिन जीवनात करता यावा म्हणून आपण सखोल अभ्यास केला पाहिजे.

स्रोत

जमिनीवर पाणी ओतले असता ते मातीमधून आत जातांना दिसते. पावसाचे पाणीही आत जाते. तसेच पावसाळ्यानंतर विहिरीतील पाण्याची पातळी वाढलेली दिसते. ह्या सर्व गोष्टी पावसाचं पाणी हेच जमिनीखालच्या पाण्याचे कारण आहे हे दर्शवतात. पावसाचे पाणी जलस्तराकडे कसे जाते हा संशोधनाचा विषय आहे. परंतु आपल्याला त्याचे ढोबळ ज्ञान आहे.

पाणी झिरपण्याची क्रिया

जमिनीवरून नदीला ताबडतोब मिळणारे पावसाचे पाणी व जमिनीत जाणारे पाणी, जमिनीत जाणाऱ्या पाण्याचे वाफेच्या व उच्छ्वसनाच्या रुपाने परत हवेत जाणारे पाणी, व उरलेले जलस्तरापर्यंत झिरपत जाणारे पाणी — या सर्वांचे प्रमाण प्रत्येक ठिकाणी निरनिराळे असते. ह्याची कारणे अनेक आहेत. झिरपणाऱ्या पाण्याला जमिनीकडून प्रतिकार होत असतो त्यामुळे ते ठराविक गतीनेच झिरपू शकते. झिरपण्याची गती पाऊस पडण्याच्या गतीपेक्षा कमी असेल तर जास्त झालेले पाणी जमिनीवर साठते व जवळच्या नदीला मिळते.

- ह्यावरून जमिनीत जाणाऱ्या पावसाच्या पाण्याचे प्रमाण खालील दोन मुद्यांवर अवलंबून आहे :
- झिरपण्याची गती (जी जमिनीकडून होणाऱ्या प्रतिकारावर अवलंबून असते). पाऊस पडण्याची गती.

झिरपण्याची गती जमिनीच्या प्रकारावर अवलंबून असते. वाळूमधून पाणी पटकन झिरपते. बारीक मातीच्या जमिनीतून पाणी हळू झिरपते. ह्या दोन प्रकारच्या जमिनीदरम्यान आणखी अनेक प्रतीच्या जमिनी आहेत. भेगा चिरा वेगळ्या प्रकारात मोडतात. त्यातून पाणी एकदम वेगाने जाते.

पावसाच्या जमिनीत झिरपणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण, अशा रीतीने ते जमिनीतून किती सहजतेने जाते यावर अवलंबून असते. तसेच जमिनीखाली त्या पाण्याला तेथवर जायला पोकळी किती आहे यावरही असते. जर पोकळी आधीच पाण्याने भरलेली असेल तर आणखी पाणी आत जाणार नाही. आपल्या देशात तीन ठिकाणी ही गोष्ट पहावयास मिळते.

(i) *पश्चिम घाट (कोकण) व इतर खडकाळ प्रदेश* : खडकाळ जमिनीखालील उपलब्ध असलेली पोकळी सुरवातीच्या पावसाच्या पाण्यानेच भरते. नंतर जागा नसल्याने, भरपूर पाऊस असून व जमीनसुद्धा झिरपण्यास योग्य असताही बरेचसे पाणी पृष्ठभागावरून वाहून जाते.

(ii) *मुबलक पाण्याचे प्रदेश :* काही उथळ प्रदेश व कालव्याचे पाणी जास्त झालेले प्रदेश ह्यांच्या जमिनीखाली पाणी तुडुंब भरलेले असते. जलस्तरही पृष्ठभागाच्या जवळ असतो. जमीन कितीही ठिसूळ असली तरी खाली पाणी राहण्यास पोकळी नसल्याने फार कमी पाणी झिरपते.

(iii) *प्रवाह* : पाण्याचे प्रवाह अगदी जमिनीलगत वाहतात. त्यांच्या पात्रातील छिद्रांमधील जागा पाण्याने भरलेल्या असल्याने जमीन वालुकामय असली तरी पाणी खाली झिरपू शकत नाही व प्रवाहाबरोबर वाहत जाते.

जमिनीच्या पृष्ठभागावरून बाष्पीभवन

पावसाच्या पाण्याचा थोडा अंश जलस्तरापर्यंत पोचतो. बाकीचा जमिनीच्या पृष्ठभागावरून व झाडांद्वारे वाफेच्या रुपाने परत हवेत जातो. जमिनीत जाणाऱ्या 290 mhm पावसाच्या पाण्यापैकी 230 (mhm) पाणी परत हवेत जाते व फक्त 60 (mhm) पाणी जलस्तरापर्यंत झिरपू शकते. हे संबंध देशाचा विचार केला तर दिसणारे चित्र. परंतु प्रत्येक प्रदेशाचा स्वतंत्र विचार केल्यास किंवा उदाहरणार्थ ओसाड प्रदेशाचा विचार केला तर असे दिसून येते की पाऊस कमी असल्यामुळे जेमतेम वरवरची जमीन भिजते व पुन्हा पाऊस पडेपर्यंत सर्व पाणी बाष्पीभवनामुळे व उच्छ्वसनामुळे हवेत जाते. त्यामुळे जलस्तरापर्यंत जायला वरच्या जमिनीवर पाणीच नसते. त्यामुळे जमीन पाणी झिरपण्यायोग्य असूनही पाणी खाली जात नाही. त्यामुळे जमीन व पाणी ह्यात क्षार जास्त असतात.

एकंदरीत असे दिसून येते की जमिनीखालचे पाणी मुबलक प्रमाणात हवे असेल तर पाऊस पुरेसा पाहिजे, जमिनीतील थर पाणी झिरपण्यास योग्य पाहिजेत व जमिनीखाली पोकळी असली पाहिजे.

भूमिगत पाण्याचे पुढे काय होते ?

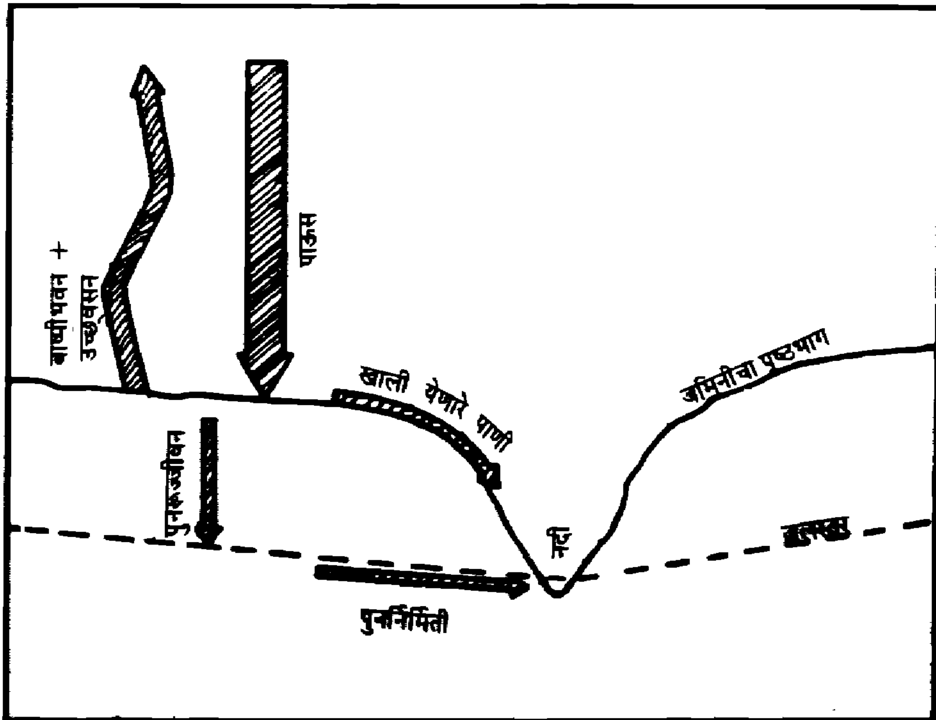
जमिनीखाली जलस्तरापर्यंत वर्षानुवर्ष पाणी झिरपत असते. साहजिकच ह्या पाण्याचे पुढे काय होते असा प्रश्न मनात येतो. त्याचे असे होते, त्यातील काही पाणी आपण पाटबंधाऱ्यासाठी वापरतो.

ज्यांची मुळे जलनिधीपर्यंत पाण्याच्या शोधार्थ जातात अशा वृक्षांकरवी *वाफेच्या रुपाने*

हवेत *उच्छ्वसन* टाकले जाते. बाकीचे बरेचसे पाणी नदीत परत येते, कसे ते पहा.

- पश्चिम घाटात आठ महिने पाऊस नसतो तरीही ह्या कोरड्या दिवसात कृष्णानदीला बरेचसे पाणी असते. ते जमिनीखालून येते हे उघडच आहे. नदीचे पात्र जलस्तरापेक्षा खाली असते. त्यामुळे पावसाळ्यात जमिनीत शिरलेले पाणी हळूहळू नदीत येते. अशा तऱ्हेने नदीत येणाऱ्या भूमिगत पाण्याला पुनर्निर्मित पाणी (रीजनरेटेड वॉटर) म्हणतात.
- उन्हाळ्यात गंगेतील जवळ जवळ सर्व पाणी अप्पर गंगा कालव्यामधे सोडतात त्यामुळे हरिद्वारजवळ गंगेचे पात्र जवळजवळ कोरडे होते. पण अलिगढजवळ नरोरा येथे, हरिद्वार व नरोरा ह्यांच्या दरम्यान गंगेला कोणतीही उपनदी येऊन मिळत नसताही, नदीला पुन्हा पुरेसे पाणी येते. इथे गंगेचे पात्र जलस्तरापेक्षा खाली असल्याने जमिनीखाली असलेले पाणी वर नदीत येते. अशा प्रकारचे पुनरुज्जीवित पाणी बहुतेक नद्यांना येते.

खालून पाणी वर येण्याची क्रिया बहुधा पावसाळ्यातच किंवा त्यानंतर लगेच तीव्र असते. कारण ह्या सुमारास जमिनीखालील पाण्याची पातळी वर असते. हे पाणी बऱ्याच नद्यांच्या बाबतीत उपयोगी आणले जात नाही म्हणून पुराच्या पाण्याबरोबर ते समुद्राला मिळते. परंत



आपले पुष्कळसे जमिनीवरील आणि भूगर्भातील पाणी नदीतून समुद्राला मिळते.

उन्हाळ्यात मोठ्या नद्यांच्या पुनःरूज्जीवित पाण्याचा उपयोग आपण करू शकतो. लहान नद्यांना मात्र उन्हाळ्यात कसलेच पाणी नसते.

भूगर्भातील पाणी पुन्हा वर नदीला येऊन मिळते व वाया जाते. तो ऱ्हास आपण थांबवू शकतो किंवा कमी करू शकतो. उन्हाळ्यात, नदीच्या पात्राखालून पुरेसे जमिनीखालील पाणी वर खेचून जलस्तराची पातळी खोल करायची व त्याचा पाटबंधाऱ्याच्या कामी उपयोग करायचा की झाले. जिथे मागणी आहे अशा प्रदेशात ह्या पद्धतीने कालव्याचे पाणी पुरवता येईल. पण खडकाळ प्रदेशात व अरण्यमय प्रदेशात मागणी नसल्याने असे जमिनीखालचे पाणी नदीला येऊन मिळत राहणार. उन्हाळ्यात वर येणारे पुनर्निर्मित पाणी आपण उपयोगात आणू शकतो. पण पावसाळ्यात पुराच्या पाण्याबरोबर वाया जाणारे पुनर्निर्मित पाणी वाचवायचे असेल तर ते साठवले पाहिजे किंवा पाण्याचा प्रवाह वळवला पाहिजे.

पाणी तुंबणे

काही कारणामुळे जलस्तराची पातळी उंचावली आणि जमिनीच्या पृष्ठभागापर्यंत आली तर त्यामुळे पिकांना व जमिनीला धोका संभवतो. झाडांच्या मुळांना हवेची गरज असते. मुळे असलेल्या भागात पाणी शिरले किंवा त्या भागाच्या थोडे खाली जरी राहिले तरी पीक चांगले वाढत नाही. ते केशनालिका प्रक्रियेने जमिनीच्या पृष्ठभागी येते. तिथे त्याचे बाष्पीभवन होते व मीठ शिल्लक रहाते. जमिनीखालच्या पाण्यात नेहमी थोडासा द्रवरुप मिठाचा अंश असतो. या जमिनीखालच्या पाण्याचे जमिनीवरून मोठ्या प्रमाणावर बाष्पीभवन झाले तर मागे राहिलेल्या मिठाचे प्रमाणही जास्त असते. ते तसेच राहिल्यास जमिनीत मिठाचे प्रमाण वाढते व अशा जमिनीत पीक चांगले येत नाही. ह्यासाठी जलस्तराची पातळी फार वाढू न देणे हा एकच उपाय आहे.

काही भागात जिथे कालव्याचं पाणी वापरतात त्या भागातील जलस्तराची पातळी वाढल्याचे दिसून आले आहे. पावसाच्या पाण्याखेरीज कालवे, पाणी वाहून नेणाऱ्या नलिका ह्यातूनही जमिनीत पाणी झिरपत असते. शेतीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या पाटबंधाऱ्याचा काही भागही जमिनीत जातो. त्यामुळे जलस्तर उंचावतो आणि नदीला मिळणाऱ्या जमिनीखालील पाण्याचे प्रमाण वाढते. जर त्या भागात पुरेशा नद्या असतील तर जलस्तराची पातळी जमिनीखाली स्थिर रहाते व काही दुष्परिणाम होत नाहीत (कारण जादा पाणी नद्यांबरोबर वाहून जाते.) उलट नद्या कमी असतील तर जलस्तर पृष्ठभागापर्यंत येऊ शकतो. तीन प्रकारांनी हे टाळता येईल.

- कालव्यातून गळणारे पाणी थांबवण्यासाठी त्यांना दुसरा स्तर लावायचा. तसेच पाणी वापरण्यासंबधी चांगल्या पद्धती व तंत्रज्ञानाचा अंगिकार करायचा की जेणेकरून पाणी कमी झिरपेल.
- अशा ठिकाणी कृत्रिम नद्या (गटारे) बांधून ती मुख्य नदीला जोडायची त्यामुळे जमिनीखालील वाढीव पाणी वाहून नेले जाईल व अशारीतीने जलस्तर धोक्याची उंची गाठणार नाही.

जादा जमिनीखालचे पाणी नुसते काढून (विहिरीप्रमाणे) कालव्याच्या पाण्याबरोबरीने पाटबंधाऱ्यासाठी वापरायचे. हा उपाय सर्वात सुसाध्य आहे. व जरी कष्टदायक असला तरी सर्वमान्य झाला आहे. कष्टदायक अशामुळे की कालव्याचे पाणी आपोआप वाहते आणि म्हणूनच स्वस्त पडते. तर विहिरीचे पाणी खालून वर काढावे लागते. म्हणून शेतकरी कालव्याचे पाणी पसंत करीत. पण आता चित्र बदलू लागलेय. कालव्याचे पाणी, विशेषतः सुगीच्या दिवसातली वाढती मागणी भागवू शकत नाही. कालव्याची बांधणी अशी असते की त्यातून ठराविक कमी गतीने कमाल पाण्याचा प्रवाह जाऊ शकतो.

जास्त पाण्याची मागणी पुरवण्यासारखी त्याची रचना नसते. उगमाजवळ पाणी भरपूर आहे असे मानले (पाणी वळवून सोडलेल्या कालव्यात तसे नसते) तरी जास्त पाण्याची मागणी पुरवू शकणारे कालवे बांधणे हे एक खर्चिक काम आहे. त्यामुळे हल्लीचा शेतकरी वेळच्या वेळी पाहिजे तेवढे पाणी मिळेल की नाही ह्याबद्दल साशंक असतो. उलट विहिरीचे पाणी महाग असले तरी खात्रीचे सोयीस्कर व हवे तेव्हा मिळवता येते. भरघोस पीक येणार असेल तरच ते जास्त फायदेशीर ठरते. अधिक पीक देणाऱ्या जातीसाठी गुंतवणूक (शेतीसाठी लागणारी सामग्री, अवजारे इ.) पण मोठ्या प्रमाणात करावी लागते, व पाणीपुरवठा सुद्धा निर्णायक स्वरुपाचा लागतो. पाण्याचा भरवसा नसेल तर ते धाडस अंगाशी येते. म्हणून स्वतंत्र व हवे तेव्हा मिळणारे विहिरीचे पाणी वापरणेच योग्य होय. शिवाय कालव्याचे पाणी व जमिनी अंतर्गत पाणी यांचे योग्य मिश्रण वापरल्यास जलस्तर उंचावणार नाही आणि उपलब्ध पाण्यापासून कमी खर्चात जास्तीत जास्त फायदे होतील. ह्या दोन्ही यंत्रणा एकमेकाना पूरक आहेत व म्हणून त्यांचा विकास झाला पाहिजे.

जमिनीखालील पाण्याचा पुरवठा

जमिनीच्या खाली छिद्रांमधील मोकळ्या जागेत व खडकांमधील फटीत भरपूर पाण्याचा साठा आहे. आपल्याला उपजत मिळालेले हे वरदान आहे. ते नीट जतन करून आपण पुढच्या पिढीसाठी ठेवले पाहिजे. त्यात विनाकारण घट येता नये. याकरता दरवर्षी जमिनीत जेवढे पाणी झिरपते त्याहून कमी पाणी काढले पाहिजे. म्हणून जमिनीतील एकूण पाण्याची मोज करण्यापेक्षा दरवर्षी किती पाणी झिरपते ह्याचा आढावा घेतला पाहिजे.

हे मापन अगदी नेमके करणे कठीण आहे, पण अनेक पद्धतीनी त्याचे जवळजवळ बरोबर उत्तर ठरवता येईल आणि ते कामी येईल.

पावसाळ्यात विहिरीतील पाण्याची पातळी वाढते. ती मोजली असता जमिनीत झिरपलेल्या पाण्याचे अंदाजे मोजमाप काढता येईल. पण त्याला इतरही माहिती लागते. तरीही ह्या पद्धतीने पुष्कळसे बरोबर उत्तर मिळते.

यात काही प्रत्यक्ष पद्धती आहेत. त्यापैकी एकात *'लिसीमीटर'* नावाचे उपकरण वापरतात.

त्यात पीक,जमीन व पाणी ह्यांची निसर्गात असलेल्या स्थितीनुरुप प्रतिकृती निर्माण करतात. पण वस्तुतः हे एकाद्या मोठ्या भांड्यात झाडे लावून भांड्याच्या तळाशी पडणाऱ्या पाण्याचे निरीक्षण करण्यासारखे आहे. *'लिसीमीटर'* खूप मोठे व तपशीलवार माहिती देणारे पण असतात. त्यांनी दिलेली माहिती विश्वासार्ह असते पण ते गैरसोईचे व महाग असतात त्यामुळे ह्या पद्धतीचा नाद आपण सोडून दिला आहे.

दुसऱ्या एका पद्धतीत किरणोत्सर्गी पाणी वापरतात. किरणोत्सर्गी गुणामुळे पाणी जमिनीतून जातांना त्याचा माग घेता येतो. ह्या पद्धतीमुळे बरोबर माहिती मिळत असाली तरी आपल्या देशात ती थोड्याच ठिकाणी वापरतात. त्यामुळे सध्या आपण ढोबळ अनुमानाचा आधार घेतला आहे पण त्यामुळे काही नुकसान होत नाही. कारण आपली सद्य प्रगती ज्या प्रकारे वाटचाल करीत आहे त्यासाठी झिरपण्याच्या क्रियेमुळे एकूण किती पाणी जमिनीत जाते ह्याचे पूर्वज्ञान असणे रास्त असले तरी आवश्यक आहेच असे नाही. जमिनीखालच्या पाण्याचा उपयोग हळूहळू वाढवायचा व जलस्तराची पातळी खाली जाऊ लागली की आणखी पाणी वापरायचे थांबावयाचे. भूगर्भातील पाण्याचा साठा मर्यादित स्वरुपात जतन करण्याचा हा एक चांगला उपाय आहे पण त्यामुळे संपूर्ण पूर्व-नियोजन करता येत नाही.

सध्या देशभर दरवर्षी वापरले जाणाऱ्या जमिनीखालील पाण्याचे प्रमाण 20 (mhm) एवढे आहे. ह्यापेक्षा आपणाला किती जास्त वापरता येईल हे बरोबर सांगायला आपल्याला प्रत्येक विभागात पाणी झिरपण्याची गती बरोबर माहीत हवी. काही तज्ज्ञाच्या मते आपण दरसाल पुऱ्या देशातून 60 (mhm) एवढे पाणी भूगर्भातून काढू शकतो. तत्त्वतः ते बरोबर असले तरी व्यवहार्य नाही कारण ह्या वार्षिक 60 (mhm) जमिनीखालच्या पाण्यात खडकाळ प्रदेश व अरण्यमय प्रदेशातील भूगर्भातील पाणी समाविष्ट केलेले आहे. ते जमिनीखालील पाणी म्हणून पंपाने बाहेर खेचण्यापेक्षा पुनर्निर्मित पाणी म्हणून वापरणे जास्त व्यावहारिक आहे. फक्त शेतीप्रधान प्रदेशातील झिरपलेले पाणी काढून पाटबंधाऱ्यासाठी वापरणे किफायतशीर आहे. इथेसुद्धा एक गोष्ट ध्यानात घेतली पाहिजे. जमिनीखालचे सगळे पाणी काढून घेतल्यास नदीला मिळणारे पुनर्निर्मित पाणी मिळणार नाही व त्यावर पूर्णतः किंवा अंशतः अवलंबून असणाऱ्या पिकाना व योजनांना पाणी न मिळाल्याने त्यांचे नुकसान होईल. एकंदरीत असे दिसून येते की आपली जमिनीखालील पाणी वापराची मर्यादा 60 (mhm) पाण्याहून कितीतरी कमी आहे. कदाचित 20-30 (mhm) पण असू शकेल.

अतिरेक केव्हाही घातकच

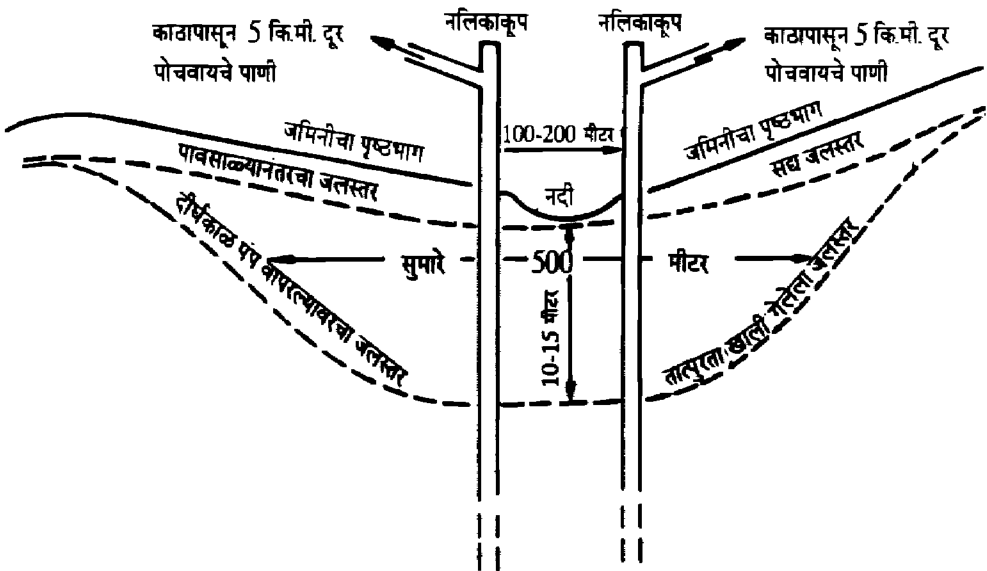
जमिनीखालील पाण्याचा उपयोग आपण फार पूर्वीपासून करीत आहोत. त्यासाठी लागणारे तंत्रज्ञान अगदी सोपे आहे व अलीकडे त्यात बरीच प्रगती झाली आहे. पाण्याची पातळी खूप खाली असली तरी आपण पंपाच्या मदतीने मोठ्या प्रमाणात पाणी काढू शकतो. त्यामुळे आपल्या पूर्वजांना उन्हाळ्यात उथळ विहिरी आटल्यावर जे प्रश्न भेडसावीत ते आपल्यापुढे उभे राहत नाहीत. त्याचबरोबर झिरपणाऱ्या पाण्याहून जास्त जमिनीखालील पाणी खेचण्याकडे

आपली प्रवृत्ती वाढत आहे. जमिनीखालच्या पाण्याचा केवळ पाटबंधाऱ्यासाठी उपयोग करण्याच्या योजनांमधे सुधारणा घडवणे व कालव्याच्या पाण्याला त्याची जोड देणे ह्यामुळे बरेच फायदे होतात. पाटबंधाऱ्याच्या पाण्याला जोरदार मागणी असेल तेव्हा जमिनीखालील पाणी उपयोगी पडते. असे पाणी काढण्यासाठी लागणारी साधने बसवण्यास वेळ लागत नाही व त्याचा मोबदलाही लगेच मिळतो. अशा अनेक फायद्यांमुळे सुरवातीचा खर्च भरून निघतो ह्यामुळे दिवसेंदिवस जमिनीखालील पाण्याचा उपयोग जास्त होत आहे. ह्यामुळे धान्योत्पादन वाढेल. परंतु 'अति सर्वत्र वर्ज्ययेत्' हा न्याय इथेही लागू पडतो. पंजाब, हरयाणा, उत्तर प्रदेशाचा पश्चिम भाग, उत्तर गुजराथ येथील काही भागात जमिनीखालचे पाणी नको तितके काढले जाते. म्हणजे ह्याचा परिणाम झिरपणाऱ्या पाण्याहून अधिक जलस्तर खाली खाली जात आहे. धान्योत्पादन वाढले असले तरी ह्या गोष्टीचे दूरगामी परिणाम चिंताजनक आहेत. जलस्तराची पातळी जसजशी खाली जाईल, तसतशी पाणी वर काढण्यासाठी मेहनत जास्त लागेल. शेवटी अशी पाळी येईल की आपल्याला पाणी काढण्याचे प्रमाण झिरपणाऱ्या पाण्याइतके किंवा त्याहून कमी करण्यावाचून गत्यंतर उरणार नाही. म्हणून आतापासूनच पाणी काढण्याचे प्रमाण मर्यादित करून जलस्तराची पातळी जास्त खाली जाऊ देता नये. हे साध्य व्हायला सामाजिकदृष्ट्या न्याय्य व राबविण्यासारखी धोरणे आखली पाहिजेत. जमिनीखालील पाणी मोठ्या प्रमाणांवर काढूनही जलस्तराची पातळी घसरणार नाही यासाठी पावसाळ्यात कृत्रिमरीत्या पाणी झिरपण्याचं प्रमाण वाढवायचे, यासारखी काही तजवीज आपल्याला करता येईल. ही गोष्ट अनेक प्रकारे करता येईल. पाणी साठवून तळी करायची त्यांनी जास्त भाग व्यापला जाईल असे पहायचे, विहिरीत कृत्रिमरीत्या (बाहेरुन) पाणी सोडायचे इत्यादी. परंतु आपल्या देशातील हवामान व पिके काढण्याच्या पद्धतीमुळे उद्‌भवणाऱ्या तांत्रिक अडचणी व प्रतिबंधक खर्च त्याना मारक ठरतात तेव्हा, सर्वसाधारणपणे असे म्हणता येईल की जमिनीखालील पाणी अधिक प्रमाणात काढल्याने उत्तरोत्तर घसरणारी जलस्तराची पातळी सावरायची असेल तर ते टाळायला हवे. परंतु आपल्या देशात काही ठिकाणी (ह्यातील तीन वर चर्चिले आहेत) जास्त पाणी काढल्यामुळे झिरपणाऱ्या पाण्याचे प्रमाणही आपोआप वाढते. जेव्हा जमिनीखालील छिद्रांमधली जागा पाण्याने भरलेली रहाते, तेव्हाच असे होते. अशा परिस्थितीत ती जागा उन्हाळ्यात पाणी काढून रिकामी करायची व ते पाणी पाटबंधाऱ्यासाठी वापरायचे. पाऊस पडताच रिकामी जागा पाण्याने आपोआप भरेल त्याकरता स्थापत्यशास्त्राचा जास्त वापर करावा लागत नाही. ह्या पद्धतीचा उपयोग तिथे जलस्तराची पातळी वर येते तिथे करता येईल व तसा तो बऱ्याच ठिकाणी करून तिथल्या लोकाना दिलासा मिळाला आहे. कोकणातही ही पद्धत वापरल्यास थोडाफार फायदा होईल. उन्हाळ्यात इथल्या जमिनीखालून जमेल तेवढे अथवा आर्थिकदृष्ट्या परवडेल इतके पाणी काढायचे आणि जलस्तराची पातळी अनेक मीटर खाली करायची. परंतु येथे पाऊस भरपूर पडत असल्याने व जमीन खडकाळ असल्याने त्यातील चिरा व फटी दर पावसाळ्यात भरत राहणार व त्यामुळे झिरपण्याचा वेग वाढणार. परंतु खडकामधे खोल नलिकाकूप खोदायचे काम खर्चिक असल्याने ती एक मुख्य अडचण आहे. असे असले तरी खर्च पेलण्यासारखा आहे.

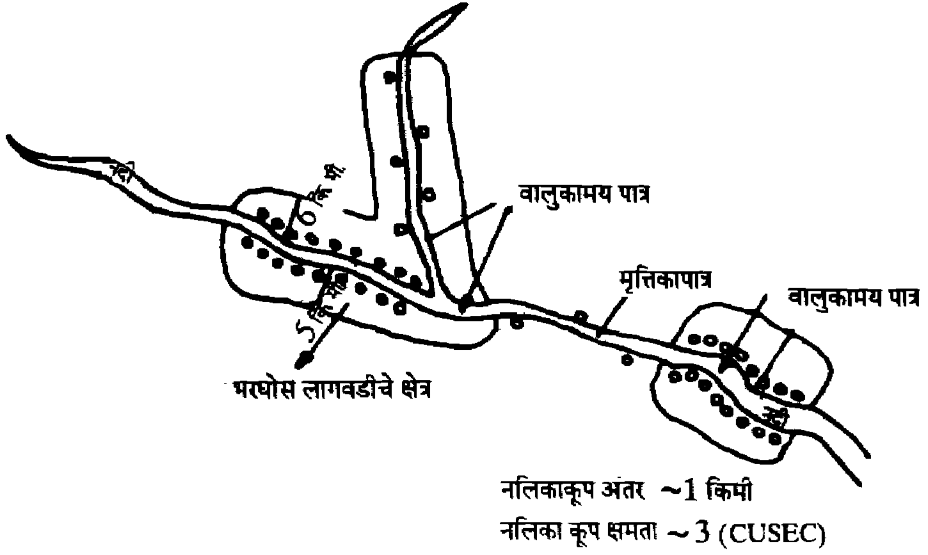
पावसाळ्यात कावळ्याच्या छत्रीप्रमाणे अनेक लहान लहान ओढे निर्माण होतात. त्यांत पावसाळ्यात भरपूर पाणी असते पण उन्हाळ्यात पाणी फारच कमी असते. बऱ्याच ओढ्यांची पात्रे वालुकामय असतात. पाऊस संपल्यानंतर ते पृष्ठभागी कोरडे होतात. परंतु त्याखाली थोडे खणले तर लगेच जलस्तराचे पाणी लागते. ह्याचा अर्थ असा की वालुकामय पात्र व आजूबाजूस काठाखाली असलेले वाळूचे थर पाण्याने भरलेले असतात. हे पाणी काढून आपण त्याचा पाटबंधाऱ्यासाठी वापर करू शकतो. त्यामुळे त्यांच्या पात्राखालच्या जलस्तराची पातळी खाली जाईल. परंतु जेव्हा पावसाळ्यात ओढे दुथडी भरून वाहतात तेव्हा त्यांची पात्रे पाण्याने आपोआप भरतील. वाळूतून बरेचसे पाणी खाली झिरपेल. थोडे पाणी पात्रात शिरल्यामुळे नदीच्या प्रवाहात तुलनेने पाणी कमी असेल. त्यामुळे पूर सौम्य होतील. ही योजना इतकी आकर्षक आहे की ती तडीस न्यावी असे कोणालाही वाटेल.

जमिनीखालील पाण्याचा टाक्या व भरघोस लागवड

एखाद्या ठराविक नदीच्या पात्रातून संपूर्ण पावसाळ्यात किती पाणी झिरपू शकेल ह्याचा आपण अंदाज काढू शकतो. नंतर त्या नदीच्या काठावर पुरेशा विहिरी बांधून उन्हाळ्यात त्यामधून योग्य प्रमाणात पाणी काढायचे. पाणी कमी काढल्यास नदीचे पात्र पावसाळा संपण्यापूर्वीच पूर्ण भरेल व जास्त काढल्यास ते अर्धवट भरेल. काठोकाठ भरणार नाही. योग्य प्रमाणात पाणी

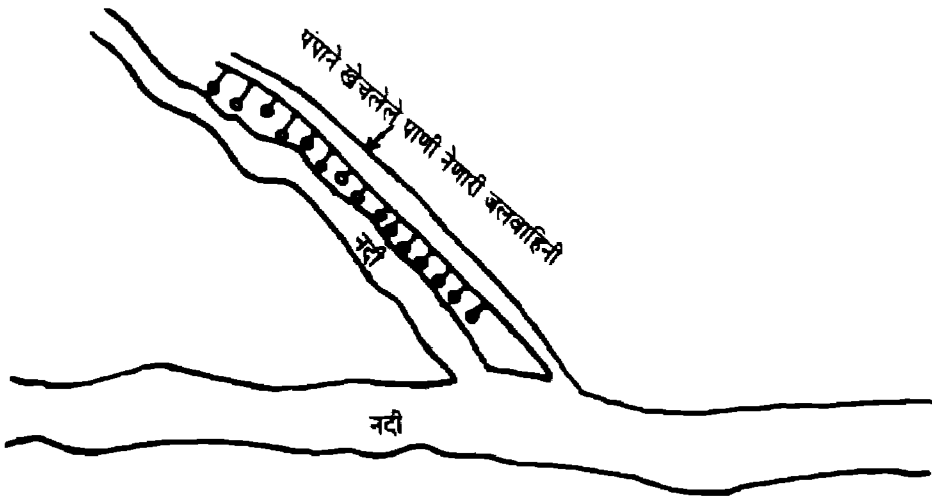


विचाराधीन असलेल्या भूमिगत टाकीचा आराखडा

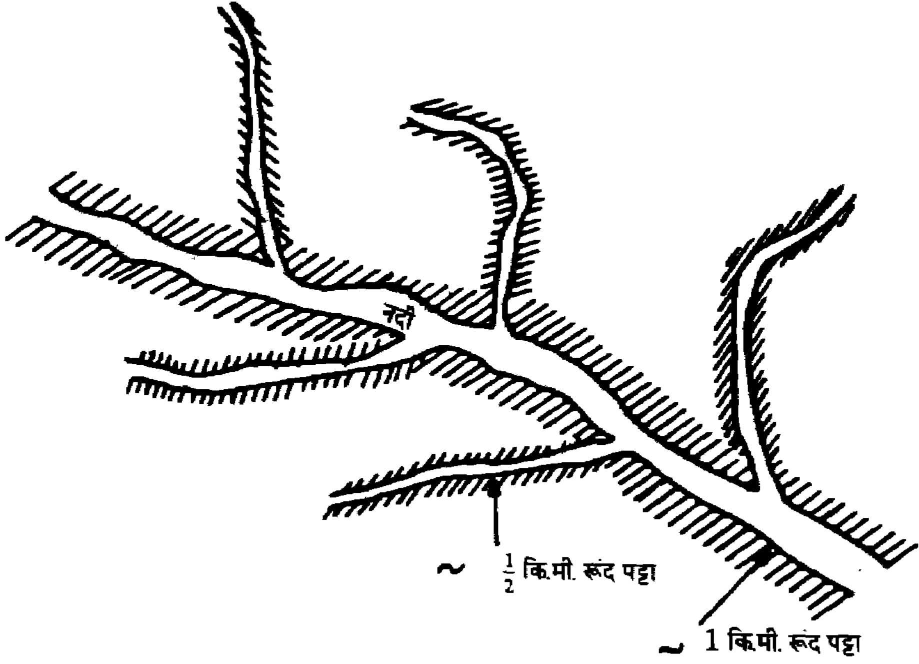


नलिकाकूपाद्वारे भरघोस लागवडीचा आराखडा

काढता येणे सहज शक्य आहे. अशा तऱ्हेने आपण मोठ्या प्रमाणावर पाणी काढू शकतो. ते पुन्हा भरून निघते. ह्या पाण्याचा उपयोग अर्थात् पाटबंधाऱ्यासाठी करायचा. त्यासाठी मोठ्या प्रमाणात लागवड झाली पाहिजे व जवळपासच्या प्रदेशांना जास्त झालेले पाणी वाहून न्यायची सोय करायला हवी.



उन्हाळ्यात कालव्यातून पुरविलेल्या नदीच्या पाण्याला ओढ्यातून पंपाने काढलेल्या पाण्याने दिलेली जोड.



स्थानिक नलिका कूपांतून पंपाने काढलेल्या पाण्यावर मोठ्या प्रमाणात लागवड केलेले प्रदेश
(जलवाहिन्यातून पाणी पुरविलेले नाही.)

आणखी एक नवीन समस्या जलस्तराच्या पातळीतील तीव्र चढउताराच्या रुपाने उभी राहणार आहे. उन्हाळ्यात ही पातळी दहा किंवा वीस मीटर खाली जाईल तर पावसाळा संपल्यावर पुन्हा पृष्ठभागी येईल. म्हणून ह्या भागातील सर्व विहिरी खोल खणल्या पाहिजेत. एकंदरीत ही योजना संभवनीय वाटेत. आकर्षक वाटली तरी अजून तिचे नमुन्यादखाल प्रात्यक्षिक सुद्धा झालेले नाही. म्हटल्याप्रमाणे जर ती यशस्वी झाली तर एकट्या गंगेच्या खोऱ्यातच 10-15 (mhm) पाणी वाचवता येईल. गंगानदी जे 50 (mhm) पाणी वाहून नेते, त्यामानाने हे प्रमाण कमीच वाटते. पण सध्या एकूण जमिनीखालचे पाणी फक्त 10-12 (mhm) एवढेच उपयोगात येते.

निष्कर्ष

- जमिनीखालच्या पाण्याचा वापर तेवढे पाणी परत भरेल इथपर्यंतच केला पाहिजे. त्यामुळे पुनर्निर्मित पाण्याची पावसाळ्यात सुद्धा कपात होईल व अशा रीतीने काही प्रमाणात पूर सौम्य होतील.
- हंगामी नद्यांचे (ओढे) जमिनीखालचे पाणी शक्यतो जास्तीत जास्त वापरले पाहिजे. ह्यामुळे पुराच्या वाढीव पाण्याला जमिनीच्या खाली जागा होईल व त्यामुळेही पूर सौम्य होतील.

- ज्या मोठ्या नद्या उन्हाळ्यात पाणी पुरवतात त्यांचे भूगर्भातील पाणी आपण जरूरीपेक्षा जास्त वापरायचे नाही. परंतु जेव्हा ह्या नद्यांच्या पात्राखालीसुद्धा जमिनीखालील पाण्याच्या टाक्या बांधणे जरूरीचे होईल तेव्हा हे बंधन शिथिल करता येईल. अशा वेळी चालू कामांना पाणी पुरवण्यासाठी दुसरी सोय पहावी लागेल.
- समुद्रकिनाऱ्याच्या अगदी जवळून जमिनीखालचे पाणी मोठ्या प्रमाणावर काढायचे नाही. किनारपट्टीजवळून थोडे थोडे जमिनीखालील पाणी समुद्रात झिरपत असते हे सर्वश्रुत आहे. त्यामुळे समुद्राचे खारट पाणी भूगर्भातील पाण्यात शिरू शकत नाही. हा समतोल राखणे महत्वाचे आहे.
- पाटबंधाऱ्याच्या आणखी सोई उपलब्ध झाल्या पहिजेत आणि त्या कायम स्वरूपाच्या हव्यात. पाणी ही एक उपयुक्त गोष्ट आहे. तिचा पुरवठा अखंड व्हायला हवा. पुरवठा कमी झाला तर जुळवून घेणे जड जाते.

अतिवृष्टी आणि अवर्षण

चेरापुंजी येथे वार्षिक 11 मीटर इतका भरपूर पाऊस पडतो तर जैसलमेर येथे अगदी तुटपंजा म्हणजे 0.2 मीटर पडतो. तिकडील लोकांच्या हे अंगवळणी पडल्यामुळे त्यांनी परिस्थितीशी जुळवून घेतले आहे. परंतु कधीकधी पाऊस खूपच जास्त पडतो अथवा एकदम कमी पडतो. अशा वेळी कधीकधी संकट आ वासून उभे राहते.

आपल्या देशात कुठे ना कुठे दरवर्षी पूर येत असतात. पूर नसतील तर अवर्षण होते. तर कधी एका भागात पूर तर दुसरीकडे अवर्षण. तर कधी एकाच भागात एकामागून एक पूर व अवर्षण असा क्रम लागतो. यासाठी पंतप्रधानांच्या मदत निधीमधून मदत मिळते.

पूर किंवा अवर्षण थांबवणे आपल्या हातात नाही. पण त्याचे दुष्परिणाम सौम्य करणे आपल्या हाती आहे. उपाय सर्वांना माहीत आहेत. कुठच्या परिस्थितीत कुठचा उपाय योजायचा एवढे पाहणे आवश्यक आहे.

महापूर

जेव्हा थोडक्या वेळात भरपूर पाऊस पडतो, तेव्हा पाणी वाहून नेणारी व त्याच्या प्रवाहावर अंकुश ठेवणारी यंत्रणा वाढत्या पाण्याशी मुकाबला करू शकत नाही. नदीच्या पाण्याची पातळी काठाच्या वर वाढते व पाणी आजूबाजूच्या प्रदेशात जिथे कधी सहसा पसरत नाही, अशा ठिकाणी पसरते. कधीकधी नदीच्या प्रवाहाने दिशा बदलल्याने हे घडते. अशावेळी जीवन देणारे पाणी एकाच वटकेत जीवन घेणारे ठरते. मालमत्ता, पीक ह्यांची नासाडी होते. आणि आपल्या देशात दरवर्षी कुठे ना कुठे हे नेमाने घडत असते. दरसाल 10 लक्ष टनाहून अधिक अन्नधान्याची नासाडी होते. एवढ्या धान्यावर कितीतरी लाख माणसे वर्षभर गुजराण करू शकतील.

उत्तरेकडील सपाटीच्या प्रदेशात देशातील इतर भागापेक्षा जास्तवेळा पूर येतात. त्यामुळे पुराचा फटका आसाम, बिहार, उत्तर प्रदेश, पंजाब व पश्चिम बंगाल ह्या राज्यांना जास्त बसतो. मध्य प्रदेश व कर्नाटक ह्यांना सर्वात कमी झळ लागते.

पुराची तीव्रता कमी करण्याचा व्यावहरिक उपाय म्हणजे जिथे शक्य असेल तिकडे नदीवर धरणे बांधून पाणी अडवायचे व बहुउद्देशीय टाक्यांमधे साठवून शक्य असेल तिथे मोठ्या प्रमाणावर कालवे बांधून त्यात सोडायचे. परंतु ह्या उपाययोजनेला मर्यादा आहेत. फक्त

खडकाळ प्रदेशातच तिचा पाणी अडवण्यासाठी उपयोग होऊ शकतो. कधीकधी सपाट जागीच अतिवृष्टी होते व सांडपाणी वाहून नेण्याचा ताण पडतो. अशा परिस्थितीत नदीच्या काठांची उंची वाढवून पाणी पसरण्यास अटकाव करता येतो. अशी दहा हजार किलोमीटरपेक्षा जास्त लांबीची गटारे बांधण्यात आलेली आहेत. परंतु ह्यामुळे स्थानिक प्रश्न तात्पुरते सुटतात. अनेकदा ह्यामुळे नदीच्या प्रवाहाच्या पुढच्या प्रदेशात हे संकट तीव्र स्वरूपात उपटते. सर्व नद्यांना धोक्याच्या सर्व जागी असे भराव टाकता येत नाहीत. त्यामुळे पुराचा प्रश्न हा कायमच रहातो.

कधीकधी लहान विभागात जोरदार पूर येण्यापेक्षा मोठ्या विभागात माफक पूर येणे जास्त हितावह ठरते. सौम्य पूर ताजा गाळ आणतात. त्यामुळे जमीन सुपीक होते. शिवाय पाटबंधाऱ्यासाठी पाणी मिळते व जमिनीत साठलेले क्षार वाहून गेल्यामुळे त्यांचा निचरा होतो. ह्या दृष्टीने पहाता सौम्य पूर स्वागतार्ह असले तरी कधी कधी सुपीक गाळाऐवजी ते जाडी भरडी वाळू वाहून आणतात व पाटबंधाऱ्यासाठी पुराचे पाणी उपयोगात आणण्यावर नियंत्रण ठेवणे कठीण जाते. त्यामुळे शक्यतो पुराच्या पाण्यावर नियंत्रण ठेवणे हेच व्यवहार्य ठरते.

कधीकधी नदीचा काही भाग गाळाने भरतो व प्रवाहाची गती खुंटते अशावेळी गाळ यंत्राने उपसतात. अर्थात् ह्या कामाला बराच खर्च येतो.

काही प्रदेशांची स्वाभाविक रचना सपाट असते व त्यामुळे पाणी पटकन वाहून जात नाही. परिणामी बरीच मोठी जागा पुराच्या पाण्याखाली जाते. अशावेळी पुराचे पाणी नदीबरोबर पुढे वाहून जावे म्हणून गटारे बांधतात. आतापर्यंत दहा हजार किलोमीटरहून अधिक लांबीची गटारे बांधली आहेत. तरीही पुराच्या पाण्याचा प्रश्न समाधानकारकपणे सुटलेला नाही. कारण हे काम खर्चाचे व मेहनतीचे आहे.

तळी व डबकी ह्यामधे थोडे पाणी मावते. त्यामुळे पावसाळ्याच्या सुरवातीला त्यांचा पुराचे पाणी रोखून धरण्यास थोडाफार हातभार लागतो. झाडेझुडपे, रस्ते व रेल्वेमार्ग त्यामुळे सुद्धा पाण्याच्या वेगाला मर्यादा पडते त्यामुळे जोरदार पावसामुळे येणाऱ्या पुराचे स्वरूप सौम्य होते. पण हाच मुसळधार पाऊस मुक्काम ठोकून राहिला तर मात्र त्यांचेच नुकसान होते.



'खुषखबर साहेब ! इथे परत वाळू साचलीय. गाळ उपसण्यासाठी व काठ उचावण्यासाठी लवकरच [illegible] मिळण्याचा संभव आहे'.

जमिनीतून पाणी झिरपण्याच्या क्रियेला वसाहती व इमारती यांच्यामुळे कमी जागा उपलब्ध होते. ह्यामुळे जमिनीवरून वाहणाऱ्या पाण्यात भर पडते व त्यामुळे पुराचा धोका जास्त संभवतो. जंगल तोडीमुळे जमिनीची झीज जास्त होते व पाणी जास्त वेगाने वाहते. झिजून आलेली माती नदीच्या मार्गातील सपाट जागी अडकून बसते व त्यामुळे नदीची पाणी वाहून नेण्याची क्षमता कमी होते व पूर येण्याची शक्यता वाढते. पुराच्या ज्या पाण्यामुळे हानी होते तो बहुधा वाहत्या पाण्याचा थोडासा अंश असतो. ह्याच न्यायाने हानी कमी होईल अशा बेताने कालवे, पाण्याचे साठे व गटारे ह्यांच्या कामावर नियंत्रण ठेवणे शक्य झाले आहे.

पुरावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी पाणी साठू शकेल अशा ठिकाणी जमिनीखाली टाक्या बांधायच्या. हा उपाय अद्याप करून पाहिलेला नाही. शिवाय त्यामुळे पुराचे स्वरूप सौम्य होण्यास कितपत मदत होते हेही अजून नक्की माहीत नाही. अपेक्षेप्रमाणे उपयोग झाल्यास पुरामुळे निर्माण होणारे प्रश्न बऱ्याच प्रमाणात सुटतील. एकंदरीत असे दिसून येते की डोंगरावरून वाहून येणारे पाणी साठवण्यासाठी बहुउद्देशीय पाणटाक्या बांधण्यावर जास्त भर दिले पाहिजे. सपाट जागेवरून वाहून जाणाऱ्या पाण्याचा काही भाग साठवण्याच्या दृष्टीने जमिनीखाली पाणटाक्या व्यवहार्य ठरू शकतील.

पुराचा अंदाज

पूर येणार असल्याची आगाऊ सूचना मिळाली तर प्राणहानी व मालमत्तेची हानी टाळण्यासाठी खबरदारीचे उपाय योजता येतील. पुराचे अंदाज वर्तवणे हे एक विशेष आहे. ह्यात एकूण पाऊस व प्रत्येक नदीच्या पाणी साठवण्याच्या क्षेत्रात आलेले एकूण पाणी त्यांचा परस्परसंबंध पाहतात. त्यासाठी त्या जागेचा व किती वेळात किती पाऊस पडला यासंबधीचा तपशील आवश्यक असतो. तसेच नदीला जेथून पाणी पुरवठा होतो त्या जागेची पाऊस पडण्यापूर्वीची स्थितिसुद्धा विचारात घ्यावी लागते. हे सर्व गुंतागुंतीचे असले तरी कठीण नाही. बरेचदा नदीच्या वरच्या भागात किती पाऊस पडतो याचे निरीक्षण करून खालच्या भागात किती पडेल ह्याचे आडाखे बांधून पुराचा अंदाज करता येतो.

पुराला कारणीभूत असणाऱ्या निरनिराळ्या गोष्टींविषयीचे आपले ज्ञान तोकडे आहे. त्यांचा एकमेकावर उलटसुलट परिणाम होतो. एखाद्या ठिकाणी पाणी नीट वाहून गेले तर त्याच्या पुढच्या प्रदेशात त्यामुळे भयंकर पूर येऊ शकतो. म्हणून ह्या विषयाचा सर्वांगाने अभ्यास व्हायला हवा. जरूर ती माहिती निरीक्षण करून गोळा करायची व त्याचा चतुराईने उपयोग करायचा. अशा रीतीने नुसते अचूक अंदाजच नव्हे तर पूर नियंत्रणासाठी अनुकूल उपाययोजना ठरवता येईल.

बंगालचा उपसागर व अरबी समुद्रावरून येणारी चक्रीवादळे किनारपट्टीवरील प्रदेशाचे बरेच नुकसान करतात. रडारयंत्रणेच्या सहाय्याने त्यांचे निश्चित स्थान (दिशा) याचा शोध घेता येतो. हवामान खात्यातर्फे त्यांच्या संभाव्य आगमनाची आगाऊ सूचना दिली जाते. त्याचा उपयोग विशेषत: कोळी व नावाड्यांना होतो.

आकडेशास्त्रावर आधारित अंदाजाचा अपवाद वगळता पुराचा अंदाज फार अगोदर वर्तवता येत नाही कारण पावसाचा असा फार आगाऊ अंदाज करत नाहीत.

अवर्षण

अपेक्षेहून कमी पाऊस म्हणजे नेहमीच्या पावसाच्या 75 टक्याहून कमी किंवा 50 टक्याहूनही कमी पाऊस पडला तर ती झाली दुष्काळी अवस्था किंवा अवर्षण. पिकांच्या दृष्टीने एकूण पाऊसच नव्हे तर तो वेळेवर सर्वत्र पडणे हे महत्वाचे आहे. पाऊस थोडा कमीजास्त झाला तर त्याचा शेतीउत्पादनावर प्रत्यक्ष परिणाम होत नाही. म्हणून संपूर्ण हंगामातील पाऊसनिदर्शक आकडे माहिती पाहिजेत. ते शेती उत्पादनाशी मिळते जुळते असतात. पाऊस फारच कमी पडला, पिके सुकू लागली की दुष्काळ पडला असे आपण समजतो.

जेव्हा जमिनीत ओलावा कमी असतो, तेव्हा असे होते. त्यामुळे पाऊस किती पडेल ह्यापेक्षा जमीन किती ओलसर आहे याविषयी शेतकरी सचिंत असतो. आणि म्हणून पाऊस मोजण्यासाठी तो शेतात भांडे ठेवत नाही. आपल्या गावठी पद्धतीच्या आधारे जमिनीच्या आर्द्रतेविषयीच्या त्याच्या अनुभवावर त्याचे निर्णय व कृती अवलंबून असतात व पुष्कळदा ते बरोबर असतात.

साधारणपणे जिथे सरासरी पावसाचे प्रमाण कमी असते असे प्रदेश वारंवार होणाऱ्या दुष्काळाचे लक्ष्य ठरतात. ज्या विभागात सरासरी पाऊसच 20 सें.मी. पडतो तिकडे 15 सेंमी. पाऊस जास्त किंवा कमी पडला तर त्या विभागात तो अतिवृष्टी अथवा अवर्षण वाटेल. ह्या न्यायाने वाळवंटातही पूर येतात. सरासरी पाऊस कमी पडत असल्याने वाळवंटात पाणी वाहून नेण्यासाठी सुसज्ज यंत्रणा नाही. थोडक्यात तिकडे नैसर्गिक नद्या जास्त नसतात. त्यामुळे मुसळधार पाऊस पडला तर पूर येतो. याऊलट 15 सें.मी. पाऊस कमी पडला तर दुष्काळ पडतो.

पिकांना संरक्षण

हवा तेव्हा कृत्रिम पाऊस पाडण्याची परिणामकारक पद्धता उपलब्ध नसल्याने पिके वाचवण्यासाठी दुष्काळात जास्तीत जास्त उपयोगी पडेल अशी पाटबंधाऱ्याची सोय करणे हा एकच मार्ग उरतो. पंजाब व हरयाणा राज्यात दुष्काळी परिस्थितीत पाटबंधाऱ्याच्या पाण्याचा जास्तीत जास्त वापर करून अवर्षणावर मात करतात. यावरून हा मार्ग उपयोगी पडतो हे सिद्ध होते.

रखरखीत प्रदेशात पाटबंधाऱ्याची विशेष सोय नसल्याने तिकडे मात्र कठीण समस्या उभी राहते. येथील लोकांनी परिस्थितीनुसार आपल्या रहाण्याच्या सवयी बदलून व इतर मार्गांनी परिस्थितीशी समझोता केला आहे. वापरण्यायोग्य पाण्याचा ते जास्तीत जास्त साठा करतात, कमीत कमी वाया घालवतात व साठवलेल्या पाण्याचा जास्तीत जास्त उपयोग करतात. आधुनिक संशोधनामुळे या प्रदेशात बऱ्याच सुधारणा होत आहेत. डोंगरांच्या उतरणीवरून येणारे पाणी साठवण्यासाठी जिथे त्याचा वापर होणार आहे किंवा साठवून ठेवणार आहेत,

अशा ठिकाणी त्याला वाट करून देण्यासाठी मार्गातील अडथळे हरवले जात आहेत. उघड्या जलाशयावरून बाष्पीभवन कमी करणे, जमिनीत झिरपणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण कमी करणे, जमिनीच्या पृष्ठभागावरून होणारे बाष्पीभवन कमी करणे, तसच पिकांना देण्यात येणारे पाणी कमी करणे-अशा अनेक गोष्टीवर संशोधन चालू आहे. पाण्याचा कमीत कमी अपव्यय होऊन जास्तीत जास्त पीक देणाऱ्या पाटबंधाऱ्याच्या योजना राबविल्या जात आहेत. उपलब्ध पाण्याचा उपयोग जास्तीत जास्त पीक मिळण्यासाठी करण्याच्या ह्या नवीन व्यवस्थेकडे पुष्कळशा बुद्धिमान शास्त्रज्ञांचे लक्ष वेधले आहे. लागवडीसाठी नवीन तंत्रज्ञानाचा अभ्यास चालू आहे. त्यामुळे आपल्याला थोडेसे खारट पाणी कालव्याच्या पाण्याला पर्याय म्हणून वापरता येईल. उष्णताप्रधान रूक्ष प्रदेशात ग्रीन हाऊसेस् (हवेने फुगवलेले प्लास्टिकचे फुगे) उभारले जात आहेत.

हे सर्व उपाय चांगले आहेत. जेव्हा सोपे उपाय खुंटतात तेव्हा वरीलपैकी काही उपाय योजावे लागतात. काही ठिकाणी बाहेरून जास्त पाणी आणणे अशक्य असते. अशा ठिकाणी वर उद्धृत केलेल्या काही उपायांचा केव्हाच अवलंब केला गेलेला आहे. परंतु हे उपाय साधनसामुग्री व मनुष्यबळाच्या दृष्टीने महाग आहेत. त्यातील काहींना अत्याधुनिक व्यवस्थापनाची गरज असते. म्हणून अगदी नाईलाज झाला तरच त्यांचा विचार करायचा. त्यातील बरेचसे संशोधनाचा विषय असून त्यांचा उपयोग मीमित आहे.

जास्त पाणी असलेल्या ठिकाणाहून पाण्याची आयात करणे हा व्यावहारिक व जास्त परिणामकारक उपाय आहे. उदा. हिमालयातून जास्त झालेले पाणी थारच्या वाळवंटात आणायचे. राजस्थान कालवा हे या दिशेने टाकलेले पहिले पाऊल होय. अधिक प्रगतीला वाव आहे कदाचित् आपले कार्यपद्धती अचूक नसेल. पण शास्त्रीय दृष्टया मूलभूत धोरण बरोबर आहे.

वाळवंटात कालव्याच्या पाण्यावर पीक घेताना काही अडचणी उद्‌भवतात. पाणी वाहून जाण्यासाठी नैसर्गिक सोय नसल्याने मोठ्या प्रमाणात झिरपणाऱ्या कालव्याच्या पाण्यामुळे जलस्तराची पातळी हळूहळू वाढते. तसच कालव्याच्या पाण्याचे व केशनलिका प्रक्रियेने वर येणाऱ्या पाण्याचे जमिनीवरून मोठया प्रमाणात बाष्पीभवन होते व मिठाचे प्रमाण बरेच वाढते. ते वाहून नेण्यास पाऊस नसल्याने ते वाढतच जाते. अखेर मिठाचे प्रमाण इतके वाढते की ते पिकाला मारक ठरते. ह्या अडचणी नेहमीच्याच आहेत. पन्नास वर्षानंतर येणाऱ्या अडचणींची भीती वाटण्याचे काहीच कारण नाही. ह्यापैकी पुष्कळशा अडचणींचे निराकरण अंतस्थ प्रक्रियेमधेच असते. ह्या अडचणी दोन उपायांनी पुढे ढकलता येतील. एक म्हणजे कालव्याच्या पाण्याचा उपयोग काळजीपूर्वक, जपून करायचा. दुसरे म्हणजे, कालव्याच्या पाण्याच्या वापराला जमिनीखालच्या पाण्याची जोड देऊन त्याची पातळी पृष्ठभागाजवळ येण्यास अटकाव करायचा.

निष्कर्ष

पूर व दुष्काळ, पाऊस अनुक्रमे जास्त किंवा कमी पडला तर होतात. आपण असे प्रकल्प उभारले पाहिजेत की स्थलकालानुसार होणारी पावसाची अतिवृष्टी व अवर्षण यांचा मेळ बसेल. हे कार्य अवघड असले तरी ते करायला आपले अभियंते समर्थ आहेत. फक्त ह्या प्रकल्पांच्या उभारणीला अग्रक्रमाने प्राधान्य दिले पाहिजे.



क्षमतेचा ह्रास

पूर्वी मुख्यतः विकास कार्यांचा अभाव असल्याने आपण गरीब होतो. परंतु त्यानंतर पुरेशी विकास कार्ये होऊनही परिस्थिती जैसे थेच आहे. ह्याचे कारण वाढती लोकसंख्या. हे कटुसत्य काही काळ तरी आपल्याबरोबर रहाणार आहे.

अन्न ही लोकांची सर्वात मोठी गरज आहे. म्हणून वाढत्या लोकसंख्येबरोबर धान्योत्पादन वाढले पाहिजे हे ओघाने आलेच. त्यासाठी जमीन, पाणी, मजूर, कसब, विज्ञान, स्थापत्यशास्त्र, व्यवस्थापक इत्यादींची जरूरी असते. गेल्या तीस वर्षात ह्या सर्व आघाड्यांवर आपण प्रगती केली आहे, पण आपण फक्त दरडोई अन्न वापराचं प्रमाण कायम राखू शकतो. आपण 6 कोटी हेक्टेअर जादा जमीन लागवडीखाली आणली आहे. आतापर्यंत एकूण लागवडीखाली असलेली जमीन 18 कोटी हेक्टेअर म्हणजेच आपल्या भौगोलिक क्षेत्रफळाच्या अर्ध्याहून अधिक आहे. उरलेली जमीन, जंगले, डोंगर, कुरणे किंवा पडिक जमीन ह्यांनी व्यापलेली आहे. पर्यावरणाचा समतोल ढळू न देता जास्त जमीन लागवडीखाली आणण्यासाठी, राजस्थानमधील काही भाग वगळता, जास्त वाव नाही. म्हणून सद्य शेतांमधून जास्त पीक घेण्यावर आपण लक्ष केंद्रित केले पाहिजे. त्याकरता लागणारी सर्वात महत्वाची गोष्ट म्हणजे पाणी, म्हणजेच पाटबंधारे. पण केवळ पाटबंधाऱ्याच्या पाण्यामुळे पीक पुरेसे येते असे नाही. तर खते, सुधारित बियाणे वगैरे गोष्टींपासून मिळणारे जास्त पीक खात्रीचा पाणीपुरवठा नसेल तर मिळणार नाही. सुदैवाने, पाटबंधाऱ्याला अधिक पाणी उपलब्ध करून देण्याला अजूनही बराच वाव आहे. त्यामुळे येत्या वीस वर्षात या सुप्त शक्तीचा विकास घडवून लागवडीखाली असलेल्या सुमारे निम्या जमिनीला कालव्याचं पाणी पुरवण्यावर भर दिला जाईल.

पूर्वी केलेली उल्लेखनीय कामगिरी

प्राचीन काळापासून आपल्या देशात कालव्याच्या पाण्याचा उपयोग सर्रास होत असे. आपल्याकडील हवामान व भौगोलिक रचना पहाता ते जरूरीचे व सोपे होते. त्यावेळी वापरीत असलेल्या पाटबंधाऱ्याच्या पद्धतीने आजही पाणी काढले जाते. विहिरीचे पाणी हाताने काढतात किंवा जनावरांनी ओढलेल्या विविध साधनांद्वारे काढतात. जिथे नैसर्गिक खोलगट जागेत किंवा नदीच्या प्रवाहात पाणी साठवता येणे शक्य आहे, तिथे तलाव बांधून त्याचे पाणी पुरवतात. पुराचे पाणी पाटबंधाऱ्यासाठी वापरणे जरा जोखमीचे काम आहे. काही ठिकाणी

फक्त पावसाळ्यात वाहणाऱ्या मोसमी नदीवर मातीचा बांध घालून पाण्याचा प्रवाह अडवतात त्यामुळे पाणी नदीच्या काठावरून वाहते. मोठ्या नद्यांचे पाणी बारमाही वाहणाऱ्या कालव्यात व पुराच्या पाण्याकडे वळवायचे ही पद्धत सुद्धा प्रचारात आहे. अगदी अलिकडील सुधारणा म्हणजे मोठ्या नद्यांवर धरणे बांधून बहुउद्देशीय टाक्या बांधायच्या.

गेल्या तीन दशकातील पाटबंधाऱ्याच्या सुधारणा पहाता त्या क्षेत्रातील आपली कामगिरी सर्व दृष्टीने वाखाणण्यासारखी असली तरी आपल्या वाढत्या लोकसंख्येच्या गरजा भागवण्यास ती नेहमीच अपुरी पडते. त्यामुळे दरसाल सुमारे काही लक्ष धान्य आयात करावेच लागते. तरीहि धान्योत्पादनाच्या बाबतीत आपली कामगिरी भरीव आहे. 50 कोटी टनाहून कमी असलेले उत्पादन आता 180 कोटी टनाहून अधिक झाले आहे. ह्याचं थोडं श्रेय पुष्कळशा पाटबंधारे प्रकल्पांना जाते. आपल्या अभियंत्यांनी हाती घेतलेले व पूर्ण केलेले हे प्रकल्प लहान, मोठे व मध्यम स्वरुपाचे आहेत.*

कालव्याच्या पाण्यावर लगवडीस आणलेली जमीन 20 कोटी हेक्टेअरवरून सुमारे 65 कोटी हेक्टेअर, म्हणजे दुप्पट झाली आहे. परंतु देशात सर्वत्र ही सुधारणा एकसारख्या प्रमाणावर झालेली नाही. ह्याची कारणे बरीच आहेत. प्रमुख कारण म्हणजे पाटबंधाऱ्याच्या प्रकल्पांतील आर्थिक गुंतवणूक आणि फायदे यांचे प्रमाण. हे प्रमाण अनेक भौगोलिक कारणांवर अवलंबून असते. सिंधु व गंगेच्या खोऱ्यांची भौगोलिक स्थिती अनुकूल आहे. हिमालयात उगम पावणाऱ्या ह्या नद्यांना बारा महिने पुरेसे पाणी असते. पावसाळ्यात सर्वात जास्त पाणी असते. नदीच्या प्रवाहाच्या मार्गात भिंत किंवा धरण बांधून ते पाणी कालव्यात सोडले जाते. येथे जमिनीचा उतार सौम्य असल्याने कालवे व त्यांचे पाट यामधून येणारे पाणी गुरुत्वाकर्षणामुळे आपोआप व सहज वाहते व त्यामुळे सुपीक व गाळाची जमीन असलेल्या मोठ्या प्रदेशाला पाणी मिळते. गाळाच्या जमिनीत कालवे व पाट काढणे हे कमी कष्टाचे काम आहे. शेकडो किलोमीटर लांबीचे असे बरेच कालवे व पाट आहेत. ते बारा महिने पाणी पुरवतात. सरहिंद कालवा (सतलज नदीवर) अप्पर रावी दुआब कालवा (रावी नदीवर) पश्चिम व पूर्व यमुना कालवे, आग्रा कालवा (यमुना नदी) अप्पर व लोअर गंगा कालवे, सारडा कालवा (सारडा व घागर नदी) हे कालव्यातून काढलेले काही प्रमुख पाट आहेत. हे कालवे मोठे असले तरी आपल्या नद्यांना पावसाळ्यात व त्यानंतर अनेक महिने पुष्कळ पाणी असते, ते साठवण्याइतके मोठे नाहीत. त्यांचे आकारमान ठरवताना फक्त ते नेहमी - अगदी नद्यांना उन्हाळ्यात जेव्हा पाणी कमी असतानाही - भरलेले रहावेत हाच दृष्टीकोन होता. मिळणाऱ्या महसूलाचा दर सर्वात अधिक असावा असा त्यामागे हेतू होता, म्हणजेच ह्या कालव्यांची क्षमता पावसाळ्यात येणारे पुराचे पाणी पूर्णपणे साठवण्यास कमी पडते. ही उणीव गंगा व तिच्या उपनद्यांवरील कालव्यांबाबत ठळकपणे दिसून येते. येथे धरण बांधून पाणी साठवलेले नाही. पाटाचे पाणी हे सर्वात स्वस्त असते व म्हणून ते सर्वमान्य झाले आहे. काही ठिकाणी नदीतून

* अशा रीतीने लहान, मोठे व मध्यम असे वर्गीकरण खर्चाच्या आधारे केलेले आहे. त्या प्रकल्पाच्या पाटबंधाऱ्याच्या सुप्त शक्तीच्या आधारेही ते करता येईल. पाटबंधाऱ्याच्या दृष्टीने एकूण किती पाणी वापरता येते हेच महत्वाचे

पंपाच्या सहाय्याने पाणी काढून थेट कालव्यात सोडतात व तेथून ते जवळपासच्या शेतांना पुरवतात. अशामुळे वेळेची बचत होते पण खर्चही जास्त होतो.

हिमालयात उगम न पावणाऱ्या नद्यांना बर्फाचे पाणी मिळत नाही. त्यामुळे त्या उन्हाळ्यात कोरड्या होतात. ह्या नद्यातून कालव्यांना बारा महिने पाणी मिळावे म्हणून पावसाळ्यात येणारे पुराचे पाणी तलाव व जलाशयात साठवणे जरूरीचे आहे. आंध्र प्रदेश, कर्नाटक, तमिळनाडु व प्रमाणात काही इतर राज्यात अशा प्रकारे तलावातून लहान कालव्यांद्वारा पाणी पुरविले जाते. परंतु बारामहिने पाणी असणाऱ्या मोठ्या कालव्यांना तुंगभद्रा व नागार्जुन सागर सारख्या धरण घालून पाणी अडवलेल्या मोठया जलाशयातून पाणी पुरवतात. याउलट जमिनीखालील पाणी सहज उपलब्ध असल्यास विहिरीतून कालव्यांना पाणी कुठेही पुरवता येते. यामुळे गेल्या दशकात जमिनीखालील पाण्याचा अभूतपूर्व व नको इतका उपयोग झाला. पश्चिम उत्तर प्रदेश, पंजाब, हरियाणा तामिळनाडू व गुजराथ येथे जास्त तर पूर्व उत्तर प्रदेश, बिहार, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, राजस्थान व पश्चिम बंगाल येथे कमी प्रमाणात-ह्यामुळे पुष्कळ सुधारणा घडून आली.

स्वातंत्र्योत्तर काळात, नद्यांच्या खोऱ्यात पुष्कळ बहुउद्देशीय प्रकल्प हाती घेण्यात आले व पूर्ण झाले. भाक्रानांगल, दामोदर खोरे, हीराकुड रिहांड, कोसी, तुंगभद्रा व चंबळ ही त्यापैकी काही प्रकल्पांची ठळक नांवे. हे प्रकल्प म्हणजे स्थापत्याचा उत्कृष्ट नमुना होत. पाटबंधाऱ्याचे पाणी पुरवणे, उर्जा निर्मिती व पूर नियंत्रण असे तिहेरी काम ते करतात. मत्स्योत्पादन, जलपरिवहन, करमणूक, भूसंरक्षण, जंगलवाढ इत्यादी अनेक उपयुक्त बाबींचा या प्रकल्पांच्या उद्देशात अंतर्भाव केलेला आहे.

हे मोठे प्रकल्प हाती घेण्यात येणारी मुख्य अडचण : दीर्घकाळपर्यंत लागणारा भरपूर साधन सामग्रीचा पुरवठा. ह्यांत मोठया प्रमाणावर परकीय चलनाचा अंतर्भाव आहे. मोठे प्रकल्प पूर्ण होण्यास साधारण दहा किंवा त्याहून अधिक वर्ष लागतात. ते पूर्ण झाल्यानंतर तेथील प्रदेशात सुबत्ता येते. काही कारणास्तव असे मोठे प्रकल्प सुरू झाले नाहीत तर लाखो लोकांवर उपासमार ओढवते. अलीकडे आपले काही मोठे जलाशय गाळाने जलद भरून गेल्यामुळे समस्या उत्पन्न झाली आहे. त्याची कारणे शोधण्याचे काम सुरू आहे. दरम्यान जंगलवाढ, जमिनीची झीज थांबवणे यासारखे नेहमीचे उपाय सुरू केले आहे.

कमी वापर

पाटबंधाऱ्याचे उपलब्ध पाणी पूर्णपणे वापरले जात नाही. याची कारणे तांत्रिक व आर्थिक अशी दोन्ही आहेत. एखाद्या योजनेच्या सर्व बाजू एकदम पूर्ण होत नाहीत व त्यामुळे तांत्रिक अडचण उद्‌भवते. कधी कालवा व त्याला जोडलेले पाट तयार असतात पण शेतातील पाट तयार नसतात. तर कधी पाटाचे पाणी गुरुत्वाकर्षणामुळे सर्वत्र आपोआप पसरले जाण्यासाठी शेतातील जमिनीची पातळी नीट करावी लागते. ती तयार नसते. अशा अडचणी दूर व्हायला थोडा वेळ लागतो.

आर्थिक कारणामुळे होणारा कमी वापर, मुख्यतः शेतकऱ्याकडे पाणी वापरल्याबद्दल द्यावे

लागणारे पैसे नसतात म्हणून होतो. ही अडचण टाळण्याकरिता अधिकारी वर्ग अनेक शेतांमधे पाण्याची वाटणी करतात. त्यामुळे त्यांना जास्त पाणी विकता येते. पण ह्या पद्धतीमुळे तोटेसुद्धा होतात. वाजवीपेक्षा जास्त प्रदेशावर पाणी पसरल्यामुळे बाष्पीभवन व झिरपण्याची क्रिया यामुळे जास्त पाणी वाया जाते. जास्त ग्राहकांना पुरवठा कबूल केल्यामुळे तो अनिश्चित आणि बेभरवशाचा असतो. परंतु अलीकडे चित्र बदलले आहे. पाटबंधाऱ्याच्या पाण्याला वाढती मागणी येत आहे व त्याचा उपयोगही वाढतो आहे. त्यामुळे आता पाण्याच्या वापरावर संकट आले तर ते आर्थिक कारणापेक्षा तांत्रिक कारणामुळे अधिक असेल.

विहीरी, नलिकाकूप वगैरे जमिनीखालील पाण्याच्या पुरवठ्याचा कारभार सध्या बहुतांशी खाजगी व्यक्तींच्या हाती गेला आहे. सर्व तांत्रिक अडचणी पार करण्याकडे त्यांचा प्रयत्न (वाजवीपेक्षा जास्तच) असतो. खाजगी विहिरी किंवा नलिकाकूप मुख्यतः खाजगी कालव्यांकडून होणारी लहान प्रमाणावरील मागणी पुरवतात. त्यामुळे त्यांच्याकडील पाण्याच्या साठ्याच्या वापर फार कमी होतो. बरेचदा विहिरींचा वापर केला जात नाही. त्यामुळे जमिनीखालच्या पाण्याचा खाजगी पाणी पुरवठा निश्चित व भरवशाचा असला तरी त्यामुळे राष्ट्रीय पातळीवर मोठे नुकसान होते. राज्य नलिकाकूप कार्यक्रम जास्त कार्यक्षम व विस्तृत होईपर्यंत हे असेच चालणार. किंवा सध्या चालू असलेल्या पंपविरहित वा पंप असलेल्या विहिरी व नलिकाकूप ह्यामधून शेजारच्या भागात पाणी पुरवठा केल्यास त्या सध्यापेक्षा दीर्घकाळ चालू रहातील. अथवा भूमिगत पाण्यासंबंधी पूर्णपणे नवा तंत्रज्ञानविषयक विचार व्हायला हवा.

लहान शेतांना (एक हेक्टेअर) उपयोगी पडण्यासारख्या अगदी स्वस्त पाणी पुरवठ्यासाठी योजना आखल्या पाहिजेत. त्यासाठी सौर शक्ती किंवा पवनशक्तीचा उपयोग योग्य ठरेल. परंतु ह्या दोन्ही शक्ती विखुरलेल्या व खंडित स्वरुपात असतात. त्यामुळे सौर व पवनशक्तीचा उपयोग करण्याची योजना गैरसोयीची, महाग व अकार्यक्षम आहे तसेच आतापर्यंत ह्या योजना व्यवहारात उपयोगी ठरलेल्या नाहीत. शारीरिक बळ (विचार जरा दुष्टच वाटतो) हाच सर्वोत्तम व खात्रीचा उपाय वाटतो.

सुप्तशक्तीचा उपयोग

विहीरी, नलिकाकूप (उथळ व खोल) तलाव व पंपाने पाणी खेचणे इत्यादी लहानसहान योजनांद्वारा आपण पाटबंधारे क्षेत्रात बरेच यश मिळवले आहे. खाजगी, सामाजिक व सरकारी पातळीवर ते चालूच रहाणार आहे. काही भागात भूगर्भातील पाणीविषयक सुधारणा जोरात होत आहेत. सद्य परिस्थितीशी त्या सुसंगत आहेत म्हणून हे शक्य झाले आहे. सरकारी धोरणांचाही परिणाम होतो. एतद्देशीय व सुलभ तंत्रज्ञानशास्त्रामुळे विहिरी व नलिकाकूप उभारणी सहज व विनाविलंब होते. तसेच डिझेलवर चालणारे व विद्युतशक्तीवर चालणारे पंप सहज मिळतात. खेडेगावांत आलेली वीज, सहज मिळणारे डिझेल व कर्जाची सोय यामुळे सर्वसाधारण शेतकऱ्याला पंपावर चालणाऱ्या विहिरी व नलिकाकूप परवडतात. ही लाट

अशीच चालू रहाणार. येत्या वीस वर्षात किंवा त्यापूर्वीच 30-40 कोटी हेक्टेअर जमीन पाटबंधाऱ्यातील जमिनीखालील पाण्यावर पिके काढील. आणि कदाचित् इथेच ही पद्धत संपेल.

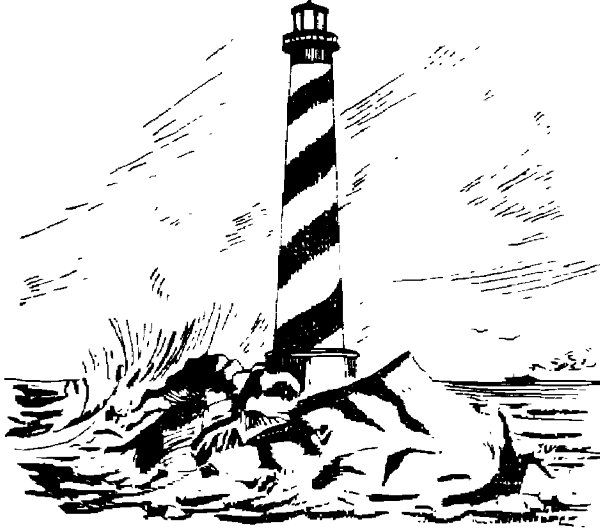
सध्या जरी नलिकाकूप मोठया प्रमाणावर बांधले जात असले, तरी जमिनीखालील पाण्यावर चालणाऱ्या पाटबंधाऱ्याचा मुख्य आधार खणलेली विहीर. भविष्यात ह्या स्थितीमधे मूलगामी फेरफार होणार नाहीत. इतकेच होईल की भावी विहिरी जास्त खोल असतील व त्यातील पंपावर चालणाऱ्या विहिरींची संख्या जनावरांच्या मदतीवर चालणाऱ्या विहिरीपेक्षा जास्त असेल. कुठल्याही परिस्थितीत जमिनीखालच्या पाण्याचा उपयोग त्याच्या कमाल मर्यादेपर्यंत होईल.

लहान व मोठ्या तलावातून पाटबंधाऱ्यासाठी मिळणारे पाणी आणखी किती काळ मिळेल याबद्दलचे तयार अंदाज उपलब्ध नाहीत. विद्यमान तलावांपैकी बऱ्याच तलाव गाळ भरल्यामुळे त्यांची पाणी साठवण्याची क्षमता कमी झाली आहे. व्यावहरिक अडचणींची तमा न करता गाळ उपसण्याचे काम हाती घेतले पाहिजे. अलिकडेच आपण दुष्काळी विभागात बरेच तलाव बांधले आहेत. त्यातील काहीना "पाझर तलाव" म्हणतात– म्हणजे जमिनीत पाण्याचे प्रमाण वाढवून त्यायोगे विहिरीना व नदीच्या खालच्या भागात जास्त पाणी पुरवणारे. ते बांधायला जितके सायास पडतात, त्यामानाने त्यांची पाणी साठवण्याची साधारण क्षमता बहुधा फारच कमी असते. दुष्काळात दिलासा म्हणून ते ठीक आहेत.

कोकणात पावसाळ्याच्या शेवटी शेवटी नदीवर लहान बांध घालतात. त्यामुळे वाहत्या पाण्यामुळे वाया जाणाऱ्या जमिनीखालच्या पाण्याच्या प्रमाणाला आळा बसतो. नदीत साठलेले पाणी पंपाच्या सहाय्याने किंवा हाताने पाटबंधाऱ्याच्या कामी वापरतात. अशा लहान योजना लोकप्रिय होण्याचा संभव असतो. त्या जरी किफायतशीर व स्वस्त असल्या तरी मोजमापाच्या दृष्टीने त्यांचा प्रभाव कितपत पडतो हे ठरवणे कठीण आहे.

येत्या वीस वर्षात हजारो मोठे व शेकडो मध्यम पाटबंधाऱ्याचे प्रकल्प पूर्ण व्हायची शक्यता आहे. हिमालयातील नद्यांना साधे पाट काढण्यास अजून वाव आहे. सारडा सहाय्यक प्रकल्प घाघर नदीवर बांधण्यात येत आहे. त्याची पाटबंधाऱ्याची सुप्त क्षमता अप्पर गंगा कालवा प्रकल्पाच्या दुप्पट आहे. याखेरीज पुराचे पाणी वळवून खरीप पिकासाठी वापरता येईल. तुलनात्मक दृष्ट्या ही योजना कमी आकर्षक असली तरी तिला भरपूर वाव आहे. हिमालयातील नद्यांवर विकास कार्य चालूच असताना नर्मदा, गोदावरी, कृष्णा व इतर आंतरराज्य नद्यांवरील विकास कार्यांना वेग येईल. पाणीवाटपासंबधी आंतरराज्य वाद चालू असल्यामुळे काही प्रकल्पांचे जे काम आतापर्यंत थांबून राहिले होते, ते आवश्यक ते फेरफार करून पुन्हा सुरू होईल. धरण, कालव्यांचे जाळे केंद्रे उद्वाहक योजना इत्यादींचा अंतर्भाव असलेले बहुउद्देशीय प्रकल्प हाती घेण्यात येतील. संबधित राज्य सरकारानी योजना तयार करून ठेवलेल्या आहेत. राष्ट्रीय जलसंपत्तीला भरपूर मागणी असेल. त्याकरता इतरत्र थोडा त्याग करावा लागेल. एकविसाव्या शतकात पदार्पण करताना आपली 100 कोटी हेक्टेअर जमीन पाटबंधाऱ्यावर

लागवडीस असेल व आपला वार्षिक पाण्याचा खप 80-90 (mhm) एवढा असेल. हे कठीण काम आपले अभियंते, राज्यकर्ते, व्यवस्थापक व आपण सर्व मिळून करणार आहोत. देशप्रेमाच्या जोडीला जगण्याची इच्छाशक्ती आपल्याला ते ईप्सित साध्य करायला कार्यप्रवृत्त करील. पाटबंधाऱ्यात वाढ व शेतीवर जोर ह्या मार्गानेच आपल्या वाढत्या लोकसंख्येला कायमस्वरुपाचा कामधंदा मिळेल. ऐच्छिक व अनैच्छिक कुटुंब नियोजन करून लोकसंख्या स्थिर ठेवेपर्यंत कितीतरी वर्षे लागतील. तोवर अन्नधान्याअभावी लोकांची उपासमार होऊ देता कामा नये. आपल्याला आता फक्त पुढेच जायचे आहे. पर्यावरणाच्या भीतीचा बागुलबुवा करून भागणार नाही. पाटबंधाऱ्याच्या सोयी वाढल्या पाहिजेत. ही वाढ योग्य दिशेने व्हायला हवी.



अमृततुल्य पाणी

आपल्याला तहान लागते तेव्हा आपण पाणी पितो. त्यामुळे आपली तहान भागते व शरीरातील अनेक आवश्यक क्रिया घडतात. शरीरातील विषारी घटक ह्या पाण्याबरोबर शरीराबाहेर नेऊन टाकले जातात.

आपण पाणी प्यायल्यानंतर ते थेट शरीरात जाते. म्हणून ते स्वच्छ असणे अत्यंत आवश्यक आहे. (ह्याऊलट अन्न खाताना आपण ते निरखून, पारखून व शिजवून खातो). ते रोगजंतुविरहित असले पाहिजे. तसेच त्यात क्षार व घातक पदार्थांचे प्रमाण जास्त असू नये. बरेच रोग, साथी व मृत्यू दूषित पाण्यामुळे होतात. म्हणून स्वच्छ पिण्याच्या पाण्याची सोय करणे हे पाटबंधाऱ्याला पाणी पुरवण्यापेक्षा महत्वाचे आहे. परंतु पाटबंधाऱ्याचा विषय अगोदर हाताळला कारण त्याला मोठ्या प्रमाणात मागणी असते. गव्हाचा किंवा तांदळाचा एक दाणा उगवायला हजारो थेंब पाणी लागते. आपण रोज ते अन्न खातो तेवढे पिकण्यासाठी कित्येक टन पाणी लागते. पण त्यामानाने आपण जेवढे पाणी पितो त्याचे प्रमाण अगदीच क्षुल्लक असते. पाटबंधाऱ्यासाठी पाणी पुरवण्यात जर आपल्याला यश आले तर पिण्याच्या पाण्याचा पुरवठा करणे ही फक्त पुढची पायरी असे म्हणायला हरकत नाही. परंतु त्याची गरज तातडीची असल्याने पुढे ढकलता येत नाही. म्हणून जरूर तेव्हा पिण्याचे पाणी वाहनांतून एकीकडून दुसरीकडे नेणे व्यवहार्य ठरते. धान्य पिकवण्यासाठी ट्रकने पाण्याची वाहतूक करीत नाहीत.

जेथे वस्ती असते तेथे विहीर, तळे नदी, झरे, तलाव, कालवे असे काहीतरी पाण्याचे स्रोत असतात. कधीकधी हे स्रोत कोरडे होतात व पिण्याचे पाणी मिळणे सुद्धा कठीण जाते. तर कधी पाणी खराब असते. दोन्हीही अडचणीवर मात करून लोक जगण्याची धडपड करतात. परंतु त्यांना स्वच्छ पाणी सहजतेने मिळाले तर त्यांचे आरोग्य, सामर्थ्य व उत्पादन क्षमता नक्कीच सुधारेल. सरकार व अनेक सामाजिक संस्था यांना त्याची जाणीव असून ते आपल्यापरीने प्रयत्नशील आहेत. परंतु हा प्रश्न त्यांना अद्याप वरवरच सोडवता आलेला नाही. हा प्रश्न फार मोठा आहे. सबंध देशभर सुमारे सहा लाख खेडी विखुरलेली आहेत. एक लाखाहून अधिक खेड्याना उन्हाळ्यात पाण्याचे स्थानिक स्रोत कोरडे झाल्यामुळे भयंकर संकटाना तोंड द्यावे लागते. काही ठिकाणी खोल विहिरी खणून हा प्रश्न सोडवता येतो. तर काही ठिकाणी ते इतके सोपे नसते. डोंगरावर किंवा डोंगराच्या उतरणीवर पन्नास कुटुंबे रहात असतील तर त्यांच्याबाबतीत हा प्रश्न कसा सोडवायचा ?

पिण्याचे पाणी

पिण्याचे पाणी आपण बऱ्या वाईट अपायकारक अशा कोणत्याहि स्त्रोतांपासून मिळवतो. त्याचा परिणाम आपले आरोग्य, कार्यक्षमता आयुष्यमान ह्यावर होत असतो.

शास्त्रीयदृष्टया गाळून शुद्ध केलेले पाणी हे सर्वात शुद्ध पाणी समजतात. परंतु पिण्याचे पाणी म्हणून ते बेचव लागते. पावसाचे पाणीही तसेच असते कारण पावसाच्या पाण्यातही फार थोडे क्षार विरघळलेले असतात. जर जमिनीत असणारे विविध क्षार आपण योग्य प्रमाणात पावसाच्या पाण्यात मिसळले तर आपल्याला चांगले पिण्याचे पाणी मिळू शकते. आपल्याला अशाच पाण्याची सवय झाली आहे व तेच आपण पितो.

आदर्श पिण्याचे पाणी कसे असावे ह्याबद्दल मतभेद असू शकतील. परंतु स्वीकारार्ह पाणी व खराब पाणी ह्यामधे मतभेद होऊ शकणार नाहीत. ज्या पाण्यात रोगजंतु नाहीत, तसेच क्षार व अपायकारक द्रव्ये यांचे प्रमाण जास्त नाही, ते ग्राह्य किंवा स्वीकारार्ह म्हणायला हरकत नाही. परंतु त्यांचे प्रमाण जास्त असेल तर ते अयोग्य होईल. परंतु जास्त प्रमाण, स्वीकारार्ह प्रमाण किंवा उपयोगी प्रमाण कसे ठरवायचे ? सार्वजनिक आरोग्यखात्याच्या विशेषज्ञांना त्याचे अंदाजी उत्तर माहीत आहे. त्यावरून ठरवलेले आंतरराष्ट्रीय दर्जे आहेत. परंतु आपल्यापुरते ते फक्त पुस्तकातच आहेत व आपले पाणी संपूर्णतः आंतरराष्ट्रीय दर्जाप्रमाणे क्वचित आढळते. उपलब्ध पाणी यदाकदाचित् त्या दर्जानुसार असेल तर प्रश्न मिटतो. परंतु ते तर तसे नसले तर आंतरराष्ट्रीय दर्जाच्या जवळपास आणण्यासाठी त्यावर अनेक प्रक्रिया करणे व्यवहार्य ठरत नाही. निर्जंतुकीकरण, अभिसरण, रासायनिक प्रक्रिया इत्यादी इलाज कमी पाणी पुरवठ्यावर करायचे म्हटले तरी खर्चाच्या दृष्टीने परवडत नाहीत. प्रत्येकवेळी चुकीची किंमत किती मोजावी लागते याची आपल्याला कल्पना नसते. काही वेळा हानीचे प्रमाण दिसून येते. तर काही वेळा त्याचा अंदाज करणे कठीण असते अथवा हानी झालेलीही नसते. चांगल्या दर्जाच्या पाण्यात रसायनातील सूक्ष्म बदल दाखवू शकणारा समतोल असावा लागतो. उदाहरणार्थ; फ्लुराईड हे रासायनिक द्रव्य दंतआरोग्याला चांगले आहे असा समज आहे म्हणून एक लिटर पिण्याच्या पाण्यात एक मिलीग्रॅम फ्लुराईडची शिफारस करतात. (आपल्या जेवणातून पुरेसे फ्लुराईड मिळत नसेल तरच). ह्याउलट एक लिटर पिण्याच्या पाण्यात पाच किंवा अधिक मिलीग्रॅम फ्लुराईड असेल तर त्यामुळे 'फ्लोरॉसिस' नावाचा (फ्लुराईड वरुन मिळालेले सार्थ नाव) अशान्तपणा उत्पन्न करणारा रोग होतो. आपली सुरक्षितता किती क्षणभंगुर आहे !

फ्लुराईडयुक्त पाणी पिणाऱ्या प्रत्येकाल फ्लुरॉसिस होतोच असे नाही. 10 ते 20 टक्के प्रौढांना कमी अधिक प्रमाणात तो होतो. ह्यावरून काही ठिकाणी हे संकट उद्‌भवते हे खरे आहे.

फ्लुराईड हे एक ठळक उदाहरण झाले. कोणत्याही गोष्टीचा अतिरेक किंवा कमतरता स्वास्थ्य बिघडवते. म्हणून प्रत्येक स्थानिक प्रश्नांचा स्वतंत्रपणे विचार करायला हवा. पुढे काय होणार हा विचार भेडसावणारा असला तरी गडबडून जाण्याचे कारण नाही. आपल्यासाठी

कोणतेही नवीन अरिष्ट वाढून ठेवलेले नाही. आपले पूर्वजही असेच वाढले, लहानाचे मोठे झाले. म्हणून तज्ज्ञांनी योजलेला कोणताही उपाय म्हणजे सद्य उपायांमधली सुधारणाच होय.

पिण्याच्या पाण्याच्या पुरवठ्याच्या प्रत्येक बाबीचा उहापोह करणे इथे शक्य होणार नाही. म्हणून आपण फक्त ढोबळ बाजूचा विचार करणार आहोत.

ग्रामीण भागातील गाळाचे विभाग

चिकणमातीच्या जमिनीतून काही मीटर खाली जेव्हा पाणी जाते तेव्हा त्यातील अतिसूक्ष्म पदार्थ (रोगजंतुसह) गाळले जातात. म्हणून गाळाच्या जमिनीतील, विशेषतः जास्त खोल विभागातून काढलेले पाणी, पिण्यायोग्य होय. त्या भागात पाऊस पुरेसा पडत असेल तर त्या पाण्यातील क्षारांचे प्रमाण समाधानकारक म्हणजे आपल्याला योग्य असे असते. रखरखीत व जराश्या रखरखीत प्रदेशात मात्र क्षारांचा प्रश्न उद्‌भवतो. पाणी नुसते चाखले असताही हा फरक कळून येतो.

विषारी घटकांचा अंश पाण्यात असेल तर त्या विभागात एखादा रोग अचानक उद्‌भवतो त्यावरून पाणी विषारी आहे हे समजते. खरे म्हणजे प्रथम पाण्याची परीक्षा करून, आवश्यकता असल्यास त्यावर उपाय केले पाहिजेत किंवा पाण्याची दुसरी सोय केली पाहिजे. परंतु आपल्या सध्याच्या साधनांनी ते शक्य होणार नाही. पण त्यामुळे घाबरण्याचे कारण नाही. आपल्या अनेक पिढ्या तेच पाणी पिऊन जगल्या, तेव्हा त्यांच्या वेळाच्या तुलनेत सध्याचे जमिनीखालचे पाणी जास्त खराब झालेले नाही असे समजण्यास हरकत नाही. फार तर काय होईल, त्यांना ज्या अडचणींना तोंड द्यावे लागले, त्याच आपल्या वाट्याला येतील. फरक इतकाच की आपणाला त्यांची जास्त माहिती आहे. उलट आपण जर या प्रदेशात कालव्याचे पाणी आणू शकलो किंवा उर्जा स्वस्त झाली व त्यामुळे स्थानिक भूगर्भातल्या पाण्यावर प्रक्रिया करू शकलो तर सुधारणेच्या दिशेने आणखी एक पाऊल उचलले असे म्हणता येईल. सार्वजनिक आरोग्य विभागातील लोकांच्या सल्ल्याने आता आपण कित्येक गोष्टी करू शकतो. पिण्याच्या दृष्टीने सुरक्षित असलेले पाण्याचे साठे आपल्या वागण्याने आपणच खराब करतो. उघड्या विहिरीतले पाणी रोगजंतूमुळे दूषित होते. अशा विहिरींना वरून आच्छादन घातल्यास व सांडपाणी विहिरीजवळ साठू न देता लांब सोडल्यास हा प्रश्न सुटेल. कचऱ्याचे ढीग विहिरीपासून दूर ठेवले पाहिजेत. आवश्यक खबरदारी घेऊन हात पंप बसवले तर ते अधिक चांगले.

काही भागात हातपंपाचा उपयोग अधिकाधिक होत आहे. काही लोकांनी तर थेट आपल्या घरात पंप बसवले आहेत. ते आपल्या गरीब शेजाऱ्यांना आपल्या पंपाचा वापर करू देतात.

पाण्यात विषारी घटक मोठ्या प्रमाणात असतील तर तज्ज्ञांनीच प्रश्न हाताळणे चांगले. ते पाण्यावर निर्जंतुककरणाची प्रक्रिया करतात. असे प्रक्रिया केलेले पाणी महाग पडते म्हणून ते कमीत कमी गरजेपुरते वापरले पाहिजे. आंघोळीसाठी व धुण्यासाठी प्रक्रिया केलेले पाणी वापरण्याची गरज नाही कारण कोणतेही क्षार थोड्या जास्त प्रमाणात असतील तर त्या पाण्याने

आंघोळ केली असता काही विशेष नुकसान होत नाही.

दुसरा उपाय म्हणजे पुरेसे पावसाचे पाणी साठवून ते स्थानिक विहिरीच्या पाण्यात योग्य प्रमाणात मिसळून पिण्यासाठी व जेवणासाठी वापरायचे. ह्या संबंधात तज्ज्ञांचा सल्ला आवश्यक आहे. ह्या क्षेत्रात संशोधन झाल्यास खूप फायदा होईल.

ग्रामीण कठीण खडकाळ प्रदेश

ग्रामीण भागातील कठीण खडकाळ प्रदेशात गाळाची जमीन असलेल्या भागापेक्षा पिण्याचे पाणी मिळवणे कष्टदायक आहे. त्याची अनेक कारणे आहेत.

पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे, खडकाच्या फार थोड्या भागात पाणी असते. त्यामुळे अशा जमिनीतून पुष्कळ पाणी बाहेर काढले, तर विहिरीतील पाण्याची पातळी खूप खाली जाते. कधी कधी ही पातळी जमिनीच्या इतक्या तळाशी जाते की त्याच्या खाली असलेल्या खडकात अजिबात पाणी नसते. ह्याउलट उथळ विहिरी उन्हाळ्यात आटतात. म्हणून लोक तलाव, नैसर्गिक खोलगट जागा, व नद्या यामध्ये पाणी साठवतात. ह्यातील बरेच साठे उन्हाळा संपण्यापूर्वीच सुकतात. ह्याचे कारण ते उथळ असतात. शिवाय बाष्पीभवनामुळेही पाणी कमी होते. खोल विहिरी व नलिकाकूप जर पाणथळ जागी असतील तर पाणी पुरवठा कायम स्वरुपाचा असतो. पण तो महाग असतो.

ग्रामीण भागात घरगुती कारणासाठी फार कमी पाणी लागते. ही गरज कमी पाणी साठवणाऱ्या एखाद्या खडकाकडूनही भागवली जाते. पण जेव्हा त्याच खडकातून पाटबंधाऱ्यासाठीही पाणी काढले जाते, तेव्हा विशेषतः कमी पावसाच्या, नदीत कमी पाणी असणाऱ्या व साठवण्याची क्षमता कमी असणाऱ्या प्रदेशात अडचणी उभ्या रहातात. आपल्याकडे पुरेसे कालवे अगर मोठे जलशय नसल्यामुळे फार थोड्या गावात त्यातून पाणी काढले जाते. जेव्हा आपल्या नद्यांवर मोठ्या प्रमाणात पाटबंधारे प्रकल्प पूर्ण होतील, तेव्हा हा प्रश्न सुटेल.

खडकाळ भागात पाणी कमी तर मिळतेच पण त्याचा दर्जाही निकृष्ट असतो. जमिनीचा पृष्ठभाग पातळ असल्याने त्यातून पाणी बरोबर गाळले जात नाही. विहिरी उथळ व उघड्या असल्याने पाणी पृष्ठभागावरून दूषित होण्याचा धोका जास्त असतो.

भरपूर पाऊस पडणाऱ्या भागात (उदा. कोकण) क्षार व विषारी घटकाच्या विशेष अडचणी येत नाहीत. तर पाणी साठवण्याची सोय अपुरी असल्याने उन्हाळ्यात पाण्याचे हाल होतात.

अनेकदा घरगुती वापरासाठी लागणारे पाणी आपण उघड्यावरून घेतो. त्याचा आरोग्यविषयक दर्जा अगदीच कमी म्हणजे आरोग्याला घातक असतो. अशा पाण्यामुळे किती नुकसान होते हे समजलेले नाही. पाणी गाळण्याची सोय असलेल्या विहिरी जर अशा पाण्याच्या साठ्यापासून जवळ असतील तर तो एक सुरक्षिततेचा उपाय ठरेल.

खडकाळ प्रदेशात पिण्याच्या पाण्याचे दुर्भिक्ष्य गेल्या दहा किंवा वीस किंवा वर्षात अधिक तीव्र झाल्याचा बोलबाला होत आहे. माहिती व नभोवाणी, दूरदर्शन इत्यादी माध्यमाद्वारे

होणाऱ्या प्रचारामुळे मिळणारी प्रसिद्धी हे त्याचे एक कारण असू शकेल. किंवा ते खरेही असू शकेल.

गेल्या वीस ते तीस वर्षात पिण्याच्या पाण्याची गरज वाढली आहे – जवळ जवळ दुप्पट झाले आहे. पण वारंवार होणाऱ्या व तीव्र दुर्भिक्ष्याचे हे एकच कारण नव्हे. खरे कारण जमिनीतून पाटबंधाऱ्यासाठी काढले जाणाऱ्या पाण्याचं वाढलेले प्रमाण आहे. परंतु धान्योत्पादनासाठी कालवे उपयुक्त आहेत व त्यांची गरजही आहे. म्हणून अगदी खोल असलेले पाणी बाहेर काढायचे व त्याचा वापर फक्त पिण्यासाठी करायचा हा एकच उत्तम मार्ग आहे. अगदी खालच्या थरातून काढलेले पाणी आरोग्याच्या दृष्टीनेही हितावह असते. परंतु सुरवातीचा खर्च जमिनीखाली असलेल्या पाणी मिळणाऱ्या भागाची शोधून काढण्यातील अनिश्चितता; देखभाल व चालवण्यासाठी येणारा खर्च हे अडथळे येतात. ह्या क्षेत्रात संशोधन केले असता त्यामुळे पुष्कळ फायदे होण्यासारखे आहेत. पुराचे पाणी साठवायचे व पाटबंधाऱ्यासाठी वापरायचे हा सर्वात उत्तम उपाय आहे. असे केले असता सर्वांगीण विकास आपोआप होईल.

ग्रामीण भागातील रखरखीत प्रदेश

ह्या प्रदेशात गंभीर स्वरूपाचे प्रश्न निर्माण होतात व उपायही सोपे नसतात. रुक्ष प्रदेशातल्या जमिनीत क्षारांचे प्रमाण खूपच असते. त्यातून खाली झिरपणारे पाणीही खारट होते.

अगदी खारे पाणी कोणालाच पिववणार नाही. त्यामुळे त्याला योग्य पर्याय शोधून काढण्याचा लोकांचा प्रयत्न असतो. थार वाळवंटाच्या काही भागात बऱ्याच मोठ्या जागेवरील पावसाचे पाणी गोळा करून योग्य आकाराच्या टाक्यांमधे साठवून स्वतःच्या घरात ठेवतात. त्यामुळे त्यांच्या पिण्याच्या पाण्याचा प्रश्न सुटतो. इतर घरगुती उपयोगासाठी जमिनीवरून वाहणारे पाणी टाक्यांत साठवून ठेवतात.

कधीकधी पाऊस अजिबात पडत नाही त्यामुळे टाक्या रिकाम्या रहातात. लोकांना 30-100 मीटर खोल जमिनीखालून पाणी काढावे लागते. एकदा पाणी ओढायला उंटाला दोन फेऱ्या माराव्या लागतात. पुष्कळ परिश्रमाने काढलेले हे पाणी खारट असले, तरी तेथील रहिवाशांच्या आत्यंतिक गरजा भागवते.

गेल्या पंधरा वर्षात थार वाळवंटात सरकारी प्रतिनिधींना काही विशिष्ट ठिकाणी (लाठी) पिण्याच्या पाण्याचा शोध लागला आहे. हे पाणी खोलवर नलिकाकूप खोदून बाहेर काढतात व तेथील रहिवाशांना वाटतात. त्यामुळे पाण्याअभावी स्थलांतर करणाऱ्या लोकांची संख्या कमी झाली आहे.

थार हे एकदम रखरखीत वाळवंटी प्रदेशात मोडते. परंतु बरेच प्रदेश कमी रखरखीत आहेत. येथील रहिवाशांना सुद्धा, पाऊस कमी पडतो तेव्हा उन्हाळ्यात तीव्र पाणी टंचाईला तोंड द्यावे लागते. अलीकडे असे टंचाईचे प्रसंग वरचेवर येतात. ह्याचे कारण बहुधा पाटबंधाऱ्यासाठी जास्त पाणी काढले जाते हे असावे. शिवाय पाणी खारटसुद्धा असते. खूप खोल नलिकाकूप खोदून हा प्रश्न सोडवता येतो. फक्त पाटबंधाऱ्यासाठी त्याचा जास्त उपयोग केला नाही की

झाले. चांगल्या दर्जाचे पाणी कोणलाही हवे असते. परंतु जर ते मिळण्यासारखे नसेल तर मनुष्याच्या प्रतिकार शक्ती व जुळवून घेण्याच्या गुणांवर हवाला ठेवायचा. जेव्हा पुराचे पाणी वाचवून ह्या प्रदेशात वळविले जाईल तेव्हाच परिस्थिती सुधारेल. नुसते पिण्याचे पाणी चांगले असून भागत नाही, तर अन्नसुद्धा तितकेच महत्वाचे आहे.

नागरी पाणी पुरवठा

शहरातील पाणी पुरवठा सर्व ठिकाणी सारखाच असतो - जमीन गाळाची असो की खडकाळ असो. मोठ्या शहरात लहान जागेत पुष्कळ लोक रहातात. त्यामुळे त्याठिकाणी उपलब्ध असलेले जमिनीखालील पाणी त्यांच्या दैनंदिन व औद्योगिक गरजा भागवू शकत नाही. म्हणून नगरपालिका नजीकच्या प्रदेशामधून भूगर्भातील पाणी किंवा इतर पाण्याची आयात करतात. कधीकधी दूरवरूनही आणतात. भूगर्भातील पाणी जराशी प्रक्रिया करून किंवा अजिबात प्रकिया न करता थेट नळात सोडतात. पृष्ठभागावरचे पाणी नळात सोडण्यापूर्वी त्यात रोगजंतूंचा नाश करण्यासाठी क्लोरीन* टाकतात. (नगरपालिकेकडे पैसा असेल तर पुरेसे क्लोरीन टाकतात. नसल्यास टाकल्याचे समाधान मानतात)

नगरपालिका नुसतेच पाणी पुरवीत नाहीत. तर आरोग्य बिघडू नये म्हणून त्यांना सांडपाण्याची विल्हेवाट लावावी लागते. लहान गावातील नगरपालिका असे पाणी शेतकऱ्यांना विकतात व शेतकरी त्यावर गावाबाहेर भाजीपाला पिकवतात. मोठ्या शहरातील नगरपालिका असे सांडपाणी नदी, नाले किंवा समुद्रात सोडतात. पण तसे करण्यापूर्वी त्यातील रोगजंतूंचा नाश करण्याचा प्रयत्न करतात किंवा तसे करत असावेत. हल्ली शहरातील सांडपाणी व कचरा ह्यापासून कंपोस्ट खत करण्याच्या योजना तयार होत आहेत.

शहरातील पाणीपुरवठा आपल्या पूर्वजांच्या वेळेपासून चालत आलेल्या विहिरीच्या पाणीपुरवठ्याहून अगदी भिन्न आहे. आणि तसे होणे, वाढती शहरी जनसंख्या पाहता आवश्यक आहे.

मोठ्या शहरात तज्ज्ञांची सेवा नेहमी उपलब्ध असते. ते पाण्याचा दर्जा आवश्यक त्या दर्जाच्या जवळपास ठेवण्याचा प्रयत्न करतात. परंतु ह्यामध्ये अपयश येण्याचा संभव असतो व अपयश येते सुद्धा. नळामध्ये जे पाणी येते ते लोक पितात. त्यात थोडा धोका असला तरी ते सोयीस्कर असते.

प्रक्रिया केलेले पाणी जास्त चांगले असते असा समज आहे. परंतु आपल्या शरीरसंरचनेला ते नवीनच. त्याचे हळूहळू होणारे दुष्परिणाम असतील तर अनेक पिढ्यांनंतर समजण्यात येतील. कधीकधी नागरी पाणीपुरवठ्यात गंभीर स्वरूपाचा तुटवडा येतो. पण शहरातील लोकवस्ती बरीच मोठी असते. त्यात बरेच वजनदार हिकमती व अधिकारी लोक असतात. ते

*क्लोरीन टाकून पाणी शुद्ध करण्याच्या प्रक्रियेमुळे काही प्रश्न उभे रहातात. पाण्यात जर अगोदरच पाणी दूषित करणारे जैवीक घटक असतील तर क्लोरीनशी त्यांचा संयोग झाल्यामुळे क्लोरोफॉर्म व आणखी काही कर्करोगास निमित्त ठरणारे क्लोरोऑरगॅनीक संयुग तयार होतात.

कसेही करून ह्या संकटातून निभावून नेतात. त्यासाठी जास्त पाणी सोडणे, दुसरीकडून पाणी वाहून आणणे, इत्यादी उपाय योजले जातात. शहरात अनेक लोक नळ उघडे टाकून पाणी वाया घालवतात. तरीही एकूण वापरासाठी लागणारे पाणी कमीच असते.

नागरी पाणी पुरवठ्यावरील दरडोई गुंतवणुकीचे प्रमाण ग्रामीण पुरवठ्याच्या साधारण दसपट आहे. आणि ते तसेच असणे योग्य आहे. शहरात रहाणाऱ्या माणसाच्या घरी नळाला पाणी असणे आवश्यक आहे. विहिरीचे पाणी शोधण्यासाठी एक दोन किलोमीटरची पायपीट त्याला परवडणारी नाही. इथे जागा लहान व वापरणारी माणसे फार असे चित्र दिसते.

थोडक्यात महत्वाचे

आपण विचित्र हवामान असलेल्या एका मोठ्या देशाचे रहिवासी आहोत. पिण्याचा पाण्याचा तुटवडा दरवर्षी, विशेषतः उन्हाळ्यात - कुठे ना कुठे पडतच असतो. पिण्याच्या पाण्याची गरज थोड्या प्रमाणात असल्याने लोक अडचणीतून कसेतरी मार्ग काढतात. चांगल्या पिण्याच्या पाण्याअभावी काही भागात त्यांच्या आरोग्यावर नक्की काय परिणाम होतो हे ठाऊक नाही. पण आरोग्य खात्याच्या नजरेस हे प्रश्न आलेले आहेत व त्यांच्या व्यापकतेची दखल घेतली गेली आहे. पाटबंधाऱ्यावरील कालव्यांची संख्या वाढवल्यास हे प्रश्न आपोआप सुलभतेने सुटतील व त्यामुळे जमिनीखालचे पाणी मोठ्या प्रमाणात मिळेल. खेड्यांतून नळाने पाणी पुरवण्याचे स्वप्न साकार होण्याच्या मार्गास लागेल. गेल्या तीस वर्षात नागरी लोकसंख्या झपाट्याने वाढल्यामुळे घरगुती पाणी पुरवठ्याच्या मागणीत वाढ झाली आहे. काही ठिकाणी नजीकच्या स्रोतांपासून पाणी काढले आहे पण वाढती मागणी पुरवण्यास ते पुरेसे नाही. त्यामुळे बरेचसे पाणी दूरवरून आणावे लागेल. हे एक छोटेसे आव्हानच आहे.

आपण अजून जिवंत आहोत व आपली संख्या आणि आयुर्मर्यादा वाढते आहे, ह्यावरून आंतरराष्ट्रीय दर्जा, त्याच्या बारीक सारीक तपशीलांसह कायम ठेवणे जरूरीचे नाही, असा समज व्हायची शक्यता आहे. पण तसे नाही, तसा दर्जा ठेवणे अत्यंत आवश्यक आहे. तो न ठेवल्यामुळे आपले ताकद व दीर्घायुष्य यावर त्याचा वाईट परिणाम होतो. किती होतो ते प्रमाण आपल्याला माहीत नसते. आंतरराष्ट्रीय दर्जाच्या पाण्याचा अभाव, इतर आरोग्य सेवांचा अभाव व अपुरा आणि असंतुलित आहार ह्यापैकी कोणत्या घटकाचा आपले आयुष्य कमी करण्यात हातभार जास्त आहे ?

त्रिशूल व लोणार

हवामान शास्त्राच्या नियमानुसार समुद्रसपाटीजवळील हवेपेक्षा समुद्रसपाटीपासून उंचीवर हवा थंड असते. आणि ते खरे आहे. उघड्या हेलीकॉप्टरमधून आपण जसजसे वर जाऊ तसतशी हवा अधिकाधिक थंड होते. पाच किलोमीटर उंचीवर हवा बर्फासारखी गार होते. आणखी उंचावर गेल्यास शून्य डिग्रीखाली थंड होते. याच कारणामुळे सपाट मैदानापेक्षा डोंगरावर हवा जास्त थंड असते. उंचीखेरीज हवेचे तापमान ऋतुंवर सुद्धा अवलंबून असते. हिवाळ्यात हवा अधिक थंड असते आणखी अनेक गोष्टींवर तापमान अवलंबून असते. पण त्या विशेष महत्वाच्या नाहीत.

हिमनद्या

उन्हाळ्यात, हिमालयातील दोन-तीन कि.मी. उंचीवरील एखाद्या थंड हवेच्या ठिकाणी आपण गेलो, तर तिकडची आल्हाददायक, थंड हवा आपले स्वागत करते. तिकडे एकसारखा मुसळधार पाऊस पडत असतो. ह्या पावसामुळे येथील नद्यांना भरपूर पाणी असते. ह्या पाण्याचे प्रमाण तेथील बर्फ किंवा हिम वितळून होणाऱ्या पाण्यापेक्षा कितीतरी अधिक असते. म्हणून पाऊस हाच हिमालयातील पाण्याचा प्रमुख आधार आहे.

पण हिवाळ्यात मात्र तेथे पावसाच्या पाण्यापेक्षा हिमवर्षाव अधिक दिसून येतो. पण हिमवर्षाव सौम्य असतो. त्याचे प्रमाण उन्हाळ्यातील पावसाच्या पाण्याहून खूपच कमी असते. हे हिम उन्हाळ्याच्या सुरुवातीस वितळते व नद्यांच्या प्रवाहात मिसळते.

सहा कि.मी. उंचीवर हवा अधिक थंड असते. हिवाळ्यात तापमान शून्य अंशाखाली जाते. उन्हाळ्यातसुद्धा दिवसभर ते शून्य अंशावर रहाते. फक्त दुपारी थोडं गरम होत असल्यामुळे थोडा बर्फ वितळतो. एवढ्या उंचीवर जो काही पाऊस पडतो तो उन्हाळ्यात सुद्धा हिमरुपाने पडतो. कमी उंचीवरील डोंगरावर पडणाऱ्या पावसापेक्षा येथे हिवाळ्यात व उन्हाळ्यात मिळून पडणाऱ्या हिमाचे प्रमाण अगदी नगण्य असते. आणि हवेचे तापमान शून्य अंशापेक्षा जास्त क्वचित होत असल्यामुळे एवढेसे हिम वितळण्यासाठी पुरा उन्हाळा जावा लागतो.

इथे दुसरी एक विचित्र गोष्ट दिसते. डोंगरांमधे असणाऱ्या खोऱ्यात, खोलगट जागेत, व डोंगरावरील उतरणीवर बर्फाचे मोठाले ढीग - नद्या दिसतात. त्यांना हिमनद्या असे म्हणतात. प्राचीन काळी हिमालयावर व एकूण जगातच हवा खूप थंड होती. तेव्हापासून हे बर्फ साठत

गेले, त्याकाळी हिमालयावर हवामान इतके थंड होते की दरसाल जितका हिमवर्षाव होत असे त्यापेक्षा वितळणाऱ्या हिमाचे प्रमाण अगदी कमी होते. त्यामुळे हळूहळू हिम साठत गेले व घट्ट होऊन त्याचा बर्फ बनला. त्याकाळी हिमनद्या आकाराने मोठ्या व जाडीला अधिक होत्या. आपली बरीच थंड हवेची ठिकाणं बर्फाखाली होती. हिमनद्या दोन-तीन कि.मी. उंचीपर्यंत पसरलेल्या आहेत. त्यांचे अस्तित्व सांगणारे अवशेष आजही दोन कि.मी. उंचीवर दिसतात. सध्या हवामान उबदार आहे; तसे ते हजारो वर्षे होते. संपूर्ण वर्षभर जेवढा हिमवर्षाव होतो तितका बर्फ दरवर्षी वितळेल इतके हवामान उबदार होत आहे म्हणून प्राचीन हिमनद्या वितळून आकाराने लहान होत आहेत. त्या अजूनही हळूहळू पण निश्चितपणे, लहान लहान होत आहेत.

सध्या हवा जितकी उबदार आहे तितकीच राहिली तर हिमालय पर्वतावरील सर्व हिमनद्या दूरच्या भविष्याकाळी वितळतील काय, असा प्रश्न मनात येतो. तसे होणार नाही. निदान अति उंचावरील शिखरावरून तर नक्कीच नाही. कारण येथे उन्हाळ्यातही हवा इतकी थंड असते की बर्फ अजिबात वितळत नाही. परंतु हिमनद्या घसरत खाली कमी उंचीवर येतात व तिथे वितळतात. ह्या दरम्यान अतिउंचावरील शिखरांवर वितळलेल्या बर्फाइतकेच हिम पडते व त्यामुळे हिमवर्षावामुळे झालेली बर्फाची भर व घसरून नंतर वितळल्यामुळे झालेली झीज ह्या दोहोंचा समतोल साधला जातो. ह्यावरून असे दिसते की उत्तुंग हिमालयावरील पर्वतराजी आपली शांतता व शुभ्रता अबाधित राखतील.

पाण्याची उपलब्धता

ह्या सर्वाचा आपल्याला मिळणाऱ्या पाण्याशी बराच संबंध आहे. हिमालयावर पडणाऱ्या पावसापैकी थोडा पाऊस हिमरुपाने पडतो. पावसाचे पाणी लगेच वाहते तसे हिम वाहत नाही. हिवाळ्यातील हिम अगदी हळू वितळते. हे वितळलेले पाणी हिमवर्षावानंतर बऱ्याच उशीराने व संथ गतीने वाहते ह्यामुळे हिमालयात उगम पावणाऱ्या नद्यांना उन्हाळ्याच्या सुरवातीस भरपूर पाणी असते. पावसाळ्यात मिळणाऱ्या पाण्यापेक्षा हे पाणी तुलनेने कमी असले तरी ते फार उपयोगी व महत्वाचे आहे. कारण सपाट मैदानावर जिथे त्याची सर्वाधिक गरज असते तिथे ते वाहत येते व अंशतः बांधलेल्या कालव्यात सोडल्यामुळे त्याचा पूर्ण उपयोग होतो.

कायम हिमनद्यांचे कार्य पाण्याच्या प्रमाणाचा विचार करता लहान असले तरी ते बर्फ आवश्यक तेव्हा वितळत असल्यामुळे महत्वाचे आहे. ऐन उन्हाळ्यात, कमी उंचीवरील हिवाळ्यात पडलेले हिम जेव्हा पूर्ण वितळलेले असते तेव्हा हे हिमनद्यांचे वितळून झालेले पाणी उपलब्ध होते.

जुलै-सप्टेंबर महिन्यातही, पाऊस पडत असता, हिमनद्या जराश्या वितळतात. हे हिमनद्यांचे पाणी कमी उंचीवर पुराच्या पाण्याला मिळते व जर साठवले नाही तर समुद्राला मिळते.

तर्काधिष्ठित सिद्धांत

कायम स्वरुपाच्या हिमनद्यांचा आकार व विस्तार ह्याविषयी परिमाणवाचक माहिती उपयुक्त

ठरते, त्या आधारे आपल्याला काही सिद्धांत, सापेक्ष प्रमाणात तपासता येतील.

हिवाळ्यात, हिमालयावरील 500,000, कि.मी.(2500 कि.मी. लांबी X 200 कि.मी. रूंदी) एवढी जागा हिमाच्छादित असते. कायम हिमनगांनी व्याप्त भाग बराच कमी म्हणजे सुमारे 50,000 चौ.कि.मी.(2500 कि.मी. X 20 कि.मी.) एवढा असतो. ह्या हिमनद्यांमधील बर्फाच्या रुपाने बंदिस्त असलेले पाण्याचे एकूण परिमाण किती आहे याची आपल्याला नक्की माहिती नाही. परंतु साधारण तर्क करता येईल. ते अंदाजे 400 (mhm) म्हणजे सबंध देशभर वर्षभरात पडणाऱ्या एकूण पावसाएवढे आहे. कृत्रिमरीत्या मोठ्या प्रमाणात काढले तर तो जास्त काळ टिकणार नाही. सुदैवाने ते कसे काढायचे हे अद्याप कोणाला माहीत नाही. परंतु ते काढून घ्यायची एखादी पद्धत शक्य झाली तर हा राखीव साठा आपल्याला आणिबाणीच्या परिस्थितीत वापरता येईत. पावसाळ्यात येणारे पुराचे पाणी रोखून धरण्यासाठी उपाय शोधून काढणे हे जास्त महत्वाचे आहे. हिमालयाच्या मधल्या व खालच्या भागात पडणाऱ्या पावसाचे हिमामध्ये रुपांतर करणे हा एक उपाय आहे. (इष्ट असेलच असे नाही) त्यामुळे नदीचा प्रवाह वेळेवर सर्वत्र सारखा करता येईल. परंतु अद्याप हे कोणाला शक्य झालेले नाही. त्यामुळे आपल्याला नेहमीच्या पद्धतींचा म्हणजे पुराचे पाणी साठवणे, मोठी धरणे, जलाशय बांधणे, यांचा आधार घ्यावा लागेल. त्यांचा उपयोग होत असल्याचे सर्वश्रुत आहे.

सरोवरे

आपल्याकडे मोठी नैसर्गिक सरोवरे फारशी नाहीत. काश्मीरमध्ये मध्यम आकाराची (दाल, वुलर, सोमरोरी पँगकाँग इत्यादी), लहान आकाराची कुमाऊँ टेकड्यांवर (नैनीताल, भीमताल) सिक्कीम मध्ये (यॅमड्रॉक सो, चॅमटोडाँग) आहेत. भारताच्या दक्षिण मध्य भागात काही लहान सरोवरे आहेत. राजस्थानमध्ये उथळ खोलगट जागा आहेत. सांभर सॉल्ट लेक हे सर्वात मोठे आहे. ते आकाराने 250 चौ. कि.मी. असून पावसाळ्यात एक मीटर खोल पाण्याने भरते पण लौकरच सुकून त्या जागी खारट जमिनीचा थर रहातो. ही सर्व सरोवरे स्थानिक लोकांना महत्वाची असून पर्यटकांचे आकर्षण बिंदू आहेत. लोणार सरोवर खड्ड्यासारखे असून सुमारे 100 मीटर खोल व 2 कि.मी. व्यास आहे. ते डेक्कन बसॉल्ट खडकाळ जातीचे असून त्याला सभोवती कडे आहे. ते अलीकडेच, उल्कापातामुळे निर्माण झाल्याचा शोध लागल्यामुळे त्याकडे लोकांचे लक्ष वेधले गेले आहे. हे खरे असेल तर काळ्या लाव्हाच्या दगडात उल्कापातामुळे झालेल्या खड्ड्याचे ते एकमेव उदाहरण ठरेल.

पाणी साठवणे व पाण्याचा प्रवाह नियंत्रित करणे, ह्या दृष्टीने आपली कृत्रिम सरोवरे जास्त महत्वाची व संख्येने जास्त आहेत. लहान, मोठी धरणे बांधून नदीचे पाणी अडवल्यामुळे ती तयार झाली आहेत.

भूगर्भातील पाण्याचा शोध

आपल्या घरात नळ असावा, त्यात पाणी असावे. त्या पाण्यात सर्व कामे व्हावी यासारखे सुख नाही. तसेच शेतामध्ये कालव्याचे पाणी खटका दाबताच घो घो वहावे व आपल्या सोयीनुसार व गरजेनुसार शेताला पाणीपुरवठा करता यावा, हे प्रत्येक शेतकऱ्याचे स्वप्न असते. तसे नसल्यास, दुसरा पर्याय म्हणजे घरगुती वापरासाठी पाण्याची विहीर किंवा हातपंप. आणि शेतामधे पाणचक्की किंवा नलिकाकूप. ह्या सोयी मिळवण्यासाठी विशेष अडचण येऊ नये. निदान सिंधु व गंगा मैदानासारख्या पुरेसा पाऊस पडणाऱ्या गाळाच्या प्रदेशात तरी येऊ नये. अशा ठिकाणी खणाल तिथे पाणी मिळते. पाण्याचा दर्जा व प्रमाण ह्यात फरक पडेल, पण खोदल्यानंतर पाणी लागले नाही असे होत नाही. ह्यामुळे ह्या प्रदेशात पानाड्यांची गरज नसते व तिकडे ते नाहीतही.

थोड्याशा रखरखीत विभागात कधीकधी थोडे वेगळे चित्र दिसते. इथे पाणी लागेल अशा जागा सहज सापडतात पण तेथील पाणी खारट असण्याचा संभव असतो. खारटपणा जास्त जागेत पसरलेला असेल किंवा लहान जागेत एकवटलेला असेल. अशा वेळी कुठे खोदले असता गोड पाणी लागेल हे सांगणारा भेटला तर ते स्वागतार्हच ठरेल.

हे सांगणे विशेष कठीण नाही. शास्त्रज्ञ ह्याचे समाधानकारक उत्तर देऊ शकतील. त्यांच्याकडे जमिनीचा व जमिनीच्या खाली जे काही असेल त्याचा विद्युतविरोध मोजणारे एक उपकरण असते. म्हणजेच जमीन खोलवर न खोदता त्यांना खोलवर असणाऱ्या थरांचा विद्युतविरोध वरूनच मोजता येतो. कोणत्याहि थराचा विद्युतविरोध तो थर ज्या पदार्थाचा बनला असेल त्याच्या रासायनिक व स्वाभाविक गुणधर्मावर, तसेच तेथे पाणी आहे किंवा नाही यावर अवलंबून असतो. आणि पाण्याचा विद्युतविरोध त्यातील विरघळलेल्या क्षारांच्या प्रमाणावर अवलंबून असतो. क्षारांचे प्रमाण जास्त असेल तर विद्युतविरोध कमी असतो ह्यावरून, तत्वत: विद्युतविरोधावरून जमिनीखाली पाणी आहे किंवा नाही, तसेच असल्यास गोडे आहे की खारट, हे समजते. परंतु ह्या क्षेत्रात व विद्युतविरोधाच्या मापनाचा अर्थ लावण्याच्या कामी अनुभव लागतो.

खडकाळ प्रदेशात अशी पाण्याची जागा शोधून काढणे उपयोगी व आव्हान ठरते. आपल्या देशातील निम्म्याहून जास्त प्रदेश खडकाळ असून वर जमिनीचा अगदी कमी थर आहे. मध्य भारत व त्याच्या आजूबाजूस लाव्हाचा दगड व ग्रॅनाईटची जमीन आहे. इथे खड्डा खाणला

किंवा 'ड्रीलींग' करून भोक पाडले असता जर ते चीर गेलेल्या किंवा हवेच्या परिणामामुळे झिजलेल्या खडकापर्यंत गेले तर पाणी चांगल्या प्रमाणात मिळते. जर खाली कडक दगड लागला तर मात्र पाणी कमी मिळते. अशा कोरड्या जागी खोदण्यात काय अर्थ आहे ? अशावेळी विज्ञान आपल्या मदतीला येते.

विद्युतविरोध मापनाच्या आधारे हा प्रश्न सोडवता येतो. पण त्यालाही मर्यादा आहेत. कधीकधी हे पाणी शोधून काढण्याच्या कामी सुधारणा व्हावी म्हणून विद्युतविरोध पद्धत इतर पद्धतीच्या जोडीने वापरतात. परंतु बरेचदा पाण्याचे अस्तित्व दाखवणारा विद्युतविरोधातील बदल फार सूक्ष्म असतो व जागोजागी असणाऱ्या खडकांच्या घटकांतील फरकामुळे होणाऱ्या विद्युतविरोधातील बदलाएवढा असतो. त्यामुळे विद्युतविरोधातील बदल नक्की कशामुळे झाला, पाण्यामुळे की खडकामुळे हे नक्की सांगणे कठीण असते.

सध्यातरी, अनुभवी व प्रशिक्षित भूगर्भशास्त्रज्ञांचे अंतर्ज्ञान व त्याला ज्ञात असलेले विद्युत विरोध मापन व त्यांचा संभाव्य अर्थ एवढेच विज्ञान आपल्याला देऊ शकते. आणि हे काही स्वस्त नसते. त्यापेक्षा एक काठी, स्वतःचा अनुभव आणि अंतर्ज्ञान ह्या आधारे पाण्याची दिशा दाखवणाऱ्या पानाड्याचा सल्ला अधिक स्वस्त असतो. अशा रीतीने त्याचे काठी प्रकरण म्हणजे भोंदूगिरी मानली तरी तो स्पर्धा करू शकतो. त्याचा सल्ला स्वस्त, झटपट व नाट्यपूर्ण असल्याने त्याची चलती असते. त्याची फी शे-दोनशेच्या आसपास असते तर यंत्राने खणण्यास पाच हजार रुपयांच्या आसपास खर्च येतो. अशील, नशीबावर हवाला ठेवून काहीशे रुपये पानाड्याला देणं पसंत करतो. समजा पाणी लागले तर ! असा त्याचा विचार असतो. त्याने मोजलेले पैसे, एक किंवा दोन मीटर जादा ड्रीलींग करण्यास लागतील, इतकेच असतात. ह्याउलट शास्त्रज्ञाचे काम कठीण असते. त्याला भाकित बरोबर करावे लागते व खर्चातही कपात करावी लागते. त्याची कामगिरी त्याने सोदाहरण जास्त चांगली असल्याचे दाखवून दिली तर भोंदूगिरीला आळा बसेल. संशोधनासाठी हे एक योग्य क्षेत्र आहे. त्याचा अर्थव्यवस्थेवर जोरदार परिणाम होईल. यंत्राने पाडलेल्या प्रत्येक खड्ड्यात पाणी लागले तर किती बचत होईल !



प्रदूषण – एक आपत्ती ?

हल्ली सर्वांना ठाऊक झालेला, नवीनच कानावर येणारा एक शब्द आहे प्रदूषण ! आपल्या पूर्वजांच्या वेळी असे प्रदूषण नव्हते - निदान जाणवण्याइतक्या प्रमाणात नव्हते. काहीजण त्याला 'मंद आत्मनाश' म्हणतात तर काहींच्या मते ते "आवश्यक अरिष्ट" आहे. बहुतांश लोक व्यक्तिगत परिणाम होईपर्यंत दुर्लक्ष करतात. नंतर मात्र ते खडबडून जागे होतात. कारण त्यामुळे मृत्यू येऊ शकतो.

तर हे प्रदूषण म्हणजे काय ह्याचा आपण तटस्थपणे विचार करू.

येथे फक्त पाण्याचे प्रदूषण विचारात घेऊ. प्रदूषण म्हणजे आपल्या सभोवताली काही पदार्थ, ह्यातील काही अगदी नवीनच असतात - बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात असतात व त्यामुळे ताबडतोब किंवा कधीतरी आपल्यावर त्यांचा दुष्परिणाम होतो. अलीकडे मोठ्या प्रमाणात हाती घेतलेल्या निरनिराळ्या योजनांमुळे आपण नकळत हे पदार्थ बाहेर टाकत असतो. ह्या पदार्थांना 'प्रदूषक' म्हणतात. ह्यातील सांडपाण्यासारखे काही प्रदूषक आपल्या पूर्वजांकडूनही टाकले जात. परंतु आपली लोकसंख्या, विशेषतः शहरात, वाढल्यामुळे त्याच प्रमाण वाढले इतकेच. परंतु निभावता न येण्यासारखे हे एकच संकट नाही. पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे सांड पाण्यापासून उपयुक्त खत अगर इंधन तयार करता येते. आपल्या देशातील हा गहन प्रश्न सोडवला जात आहे. त्या दिशेने केव्हाच पावले उचलली आहे.

वेगवेगळया उद्योगांमधले निरुपयोगी पदार्थ नदीत सोडल्यामुळे व कारखान्यात काही नवीन मालाचा वापर केल्यामुळे मुख्यतः प्रदूषण होते. ह्यावरही ताबा ठेवता येईल. प्रदूषणाचे (व नेत्रदीपक प्रगतीचे सुद्धा) मूळ कारण कोळसा व (नैसर्गिक वायु) तेल यांचा प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष वापर असावा. मोठ्या प्रमाणावरील खाणकाम, व्यापक प्रमाणात औद्योगिकीकरण व भव्य बांधकाम या गोष्टी कोळसा आणि तेल यांच्या वापरामुळेच शक्य झाल्या आहेत. तसेच सतत वाढणाऱ्या लोकसंख्येचे भरणपोषणही त्यांच्यामुळेच झाले आहे. अर्थात् हे कार्य कधीतरी संपणार आहे. तेलाचा साठा दोन तीन पिढ्या पुरेल इतका आहे, तर कोळसा थोडा जास्त प्रमाणावर आहे. सध्यातरी त्याच्या वापरावर नियंत्रण ठेवणे आपल्या हाती नाही. तेव्हा आपण फक्त प्रत्येक अंगाचा परामर्श घेऊन त्यावर काही उपाययोजना शक्य आहे का ते पहाणार आहोत.

औद्योगिक टाकाऊ पदार्थ

जमिनीखाली मोठ्या प्रमाणात खनिजे आहेत. अनेक वर्षे जमिनीखाली असलेली ही खनिजे आपण आता उत्खनन करून बाहेर काढत आहोत. आपण निवडक खनिजे ठेवून बाकीची निरुपयोगी म्हणून फेकून देतो. त्यामुळे वातावरण थोडेसे प्रदूषित होते.

निवडलेल्या खनिजांवर रासायनिक प्रक्रिया करून विशिष्ट संस्कार केले जातात. त्यामुळे मोठ्या प्रमाणात निरुपयोगी पदार्थ निर्माण होतात. ते फेकून देणे भाग असते. असे पदार्थ मोठ्या प्रमाणात पाण्यात किंवा जमिनीवर टाकले तर ते हानीकारक ठरते. त्यांच्यामुळे पाणी पिण्यासाठी तसेच पाटबंधाऱ्यासाठीही अयोग्य ठरते. तसेच जमिनही नापीक बनू शकते.

इतर देशांच्या तुलनेत आपल्या देशात औद्योगिकीकरण जास्त झालेले नाही. त्यामुळे प्रदूषणाचा धोकाही कमी असून तो ठराविक ठिकाणीच आहे.

अलीकडे, एका खत कारखान्यातून जवळच्या नदीत मोठ्या प्रमाणावर अपायकारक अमोनिया व आर्सेनिक सोडत असल्याचे समजताच तो कारखाना बंद करण्याचा आदेश निघाला. आपल्या देशात खताच्या कारखान्याचे स्थान, कॉस्टिक सोडा किंवा रंगाच्या कारखान्याहून वेगळे आहे, वरचे आहे. कॉस्टिक सोडा अगर रंग ह्यापेक्षा आपल्याला खताची गरज अधिक आहे, कारण त्यामुळे अधिक धान्य पिकवण्यास मदत होते व त्याचीच आपल्याला जास्त गरज आहे. खत कारखाने तात्पुरता का होईना पण बंद करण्यास सांगण्यात आले, यावरुन एक गोष्ट प्रकर्षाने जाणवते; उद्योगधंदे म्हणजे मिश्र देणगी आहे. कधी कधी त्यामुळे होणाऱ्या हितापेक्षा प्रदूषणामुळे अपायच होणारा अधिक असतो. निदान तेवढ्या क्षेत्रापुरता तरी.

उल्हासनगर नदी (मुंबई जवळ), दामोदर नदी (दुर्गापूर-असनसोल कलकत्त्याजवळ) ही प्रदूषणाची दोन ठळक उदाहरणे आहेत. बडोद्यातील उद्योगधंद्यांनी 65 कि.मी. लांब बंद गटारातून कारखान्यातील टाकाऊ पदार्थ समुद्रात सोडण्याची व्यवस्था केली आहे. ते समुद्रात नीट पसरले जावेत व त्यामुळे तिथे काही समस्या उभी राहू नये अशी आशा आहे.

अदृश्य प्रदूषक

कारखान्यातील काही टाकाऊ पदार्थ अल्प प्रमाणात असल्यामुळे सहज लक्षात येत नसले तरी अपायकारक असतात. उदा. पारा (मर्क्युरी) जस्त (लेड), आर्सेनिक व काही जैविक संयुगे (कीटकनाशके व तण नाशके). आपल्या देशात अजून तरी या रसायनांचा वापर केल्याने मानवी जीवाला धोका निर्माण झालेला नाही. परंतु जर खबरदारी घेतली नाही तर व्हायची शक्यता आहे.

प्रदूषणाशी दोन हात

टाकाऊ पदार्थांवर प्रक्रिया करून त्यातील अपायकारक घटक काढून टाकायचे, हा प्रदूषण कमी करण्याचा एक उपाय आहे. सध्या अस्तित्वात असलेल्या उद्योगधंद्यांसाठी ही योजना जास्त

अनुकूल असली तरी त्यात प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष कोळसा व तेल वापरले जाते. ही पद्धत महाग असल्यास (बहुधा असतेच) नवीन उद्योगधंदे काढताना योग्य जागेची निवड करायची व व जुने चालू स्थितीतील कारखाने, जिथे टाकाऊ पदार्थांची तीव्रता कमी करण्यासाठी भरपूर पाणी उपलब्ध आहे व प्रदूषणाच्या माऱ्यात सापडणारी वस्ती, वनस्पती कमीत कमी आहे, अशा ठिकाणी हलवायचे हा एक उपाय आहे. हे बहुतेक वेळा शक्य होते. परंतु न झाल्यास, ज्याचे परिणाम कमी धोक्याचे आहेत, असा इच्छित उपाय मिळवण्यासाठी संशोधन करून नवीन पद्धत शोधून काढायची. इथेही अपयश आल्यास त्या विशिष्ट उद्योगधंद्याशिवाय आपल्याला रहाता आले पाहिजे. अशी वेळ अद्याप आलेली नाही. थोडेफार चालू शकतील ह्या आशेने आपण बरेचसे उपाय योजीत आहोत.

प्रदूषणामुळे गंभीर स्वरुपाचे व सर्वत्र फैलावणारे धोके उद्‌भवतात. पण त्यांचे अस्तित्व व गांभीर्य चटकन् ध्यानात येत नाही. उदा. मोठ्या प्रमाणावर औद्योगिकीकरण झाल्यास (सल्फर) गंधक व नत्र (नायट्रोजन) ह्यांची वायुरुपी ऑक्साईडे मोठ्या प्रमाणात हवेत सोडली जातात.

हे वायू पावसाच्या थेंबांमधे विरघळतात व अति सौम्य गंधकआम्ल (सल्फ्युरीक ॲसिड) व नत्र आम्ल (नायट्रोजन आम्ल) ह्या रुपात खाली येतात. ह्या अतिसौम्य आम्लवर्षावाचे जमिनीच्या सुपीकतेवर होणारे परिणाम दीर्घ काळानंतर लक्षात येतात. असे गहन प्रश्न जर खरोखर अस्तित्वात असतील तर आतापर्यंत चर्चा केलेल्या प्रश्नांपेक्षा त्यांचे परिणाम अतिशय अनर्थकारक असतील. तथापि, आपल्याकडे अजून फार औद्योगिकीकरण झालेले नाही. शिवाय आपल्या कोळशामधे गंधक कमी आढळते. ह्याखेरीज पाऊस फक्त चारच महिने पडतो व तोही भरपूर. त्यामुळे पावसाबरोबर येणारे आम्ल अगदी थोडे (चार महिन्यात येईल तेवढेच) व फार सौम्य (भरपूर पावसामुळे) असेल. शिवाय नवीन उद्योगधंदे काढताना विचारपूर्वक व पावसाळ्यात वाऱ्याची दिशा लक्षात घेऊन उभारायचे.

आपल्याकडील पावसामुळे फायदे होतात तसेच तोटेही होतात. तोटे अशामुळे की



'आमचे तज्ज्ञ चमत्कार करू शकत नाहीत. तुम्ही कृपया ताबा घ्या.'

उन्हाळ्यात आपल्या नद्यांना फार कमी पाणी असते. त्यामुळे टाकाऊ पदार्थ अल्पशा प्रमाणात जरी नदीच्या पाण्यात सोडले तरी पाण्यात प्रदूषकांची तीव्रता अधिक होते. फायदे अशामुळे की नदी पावसाळ्यात पुराच्या पाण्याने दुथडी भरून वहाते व त्यामुळे सर्व प्रदूषक वाहून जातात. अशा रीतीने नदीच्या पात्रात आणखी प्रदूषक तयार होत नाहीत. तरीही आपण आत्मसंतुष्ट राहून तर्कावर आधारित विचारसरणीवर अवलंबून रहाणे बरोबर नाही. सर्व देशभर पाण्याच्या दर्जाचे पृथक्करण नित्यनेमाने झाले पाहिजे व तसे ते सुरुही झालेले आहे.

औद्योगिक उत्पादन

प्रदूषणाचा धोका कारखान्यात माल तयार होतानाच नव्हे तर तयार मालाचा उपयोग करतानासुद्धा असतो. काही प्रदेश वगळता, आपल्या देशात ह्या प्रश्नाचे स्वरूप गंभीर नाही. तयार मालाचा उपयोग संपूर्ण देशात फारच लहान प्रमाणावर होतो. तरीही खते व कीटकनाशके ह्या दोन उत्पादनांवर नजर ठेवली पाहिजे. भविष्यकाळात त्यांचा उपयोग वाढत्या प्रमाणावर होण्याची शक्यता आहे. ठराविक परिस्थितीत दोन्ही उत्पादने पाणी खराब करतात. कीटकनाशके तर अन्नधान्यांमध्ये आढळतात. परंतु आर्थिक घटकांमुळे आपला नाईलाज होतो व दोन्ही मालाचा कमीत कमी वापर करून जीवसृष्टीनिर्मिन पदार्थांचा उपयोग करण्याच्या पारंपरिक पद्धतीकडे आपण वळतो. ह्या कारणांमुळे प्रदूषणाचे प्रमाण धोक्याची पातळी गाठण्याचा संभव नाही. आधुनिक तंत्रज्ञान वापरून आपल्याला पुरेसे धान्य पिकवायचे असल्यास, आपल्याला काही उद्योगधंदे चालू ठेवणे भाग आहे. खते व कीटकनाशके ह्यांचा वापर आवश्यक आहे. पाटबंधारे प्रकल्प उभारणीसाठी तसेच शेतीला लागणारी अवजारे बनवण्यासाठी आपल्याला स्टील, सीमेंट, तेल, कोळसा वगैरे माल लागतो. म्हणून कारखाने आवश्यकच आहेत. तसेच ह्या कारखान्यामुळे उद्‌भवणारे स्थानिक प्रश्न सोडवणेही आवश्यक आहे. परंतु ह्या संदर्भात तातडीचा पेचप्रसंग उद्‌भवणार नाही.

काही औद्योगिक माल तयार करण्याच्या पद्धतीमुळे त्या कारखान्यात काम करणाऱ्या कामगारांच्या आरोग्याला पुष्कळ धोका असतो. म्हणून काही श्रीमंत देश असा माल आपल्या देशात न बनवता दुसऱ्या देशातून विकत घेणे पसंत करतात. आपल्या कामगारांच्या आरोग्याला असलेला धोका लक्षात न घेता केवळ जास्त फायद्याच्या उद्देशाने असा माल निर्यात करणे ही शोचनीय बाब आहे. सुदैवाने असे प्रकार फार कमी आहेत. भावी काळात ते वाढण्याची शक्यता असल्याने त्याला आताच आळा घातला पाहिजे व अशी निर्यात हळूहळू बंद केली पाहिजे.

मर्यादित पर्याय

प्रत्येकाला पुरेसा पोषक आहार हे आपले ब्रीद आहे. त्याकरता सध्यापेक्षा अधिक धान्य पिकवले पाहिजे व लोकसंख्येच्या वाढत्या प्रमाणात ते वाढले पाहिजे. ह्यामुळे काही उद्योगधंद्यांचा विस्तार अटळ आहे. परंतु त्यांची उभारणी, माल तयार करण्याच्या कृती व

टाकाऊ मालाची विल्हेवाट वगैरे ज्या बाबींचा पूर्वी जास्त विचार केला जात नसे, त्या नीट विचारपूर्वक केल्या पाहिजेत. परंतु हे असे बेमुदत चालणार नाही. एक वेळ अशी येईल की, विज्ञानाने उर्जा व शेतीच्या क्षेत्रात नवीन शोध लावला नाही तर अडचणींचे डोंगर उभे रहातील व यामुळे चुका होऊन अपयश येईल. उर्जा स्वस्त झाली, तर काहीही शक्य होईल. उलट झाले तर ? तर आशेचा एखादा किरण दिसतो का बघायचे. प्रदूषणरहित पर्यायी तंत्रज्ञान तयार होत आहे. सौर, वायु, सागर व भूगर्भातील उष्णतेपासून उर्जा मिळवण्याचे, तसेच शेतीसाठी व टाकाऊ पदार्थांवर प्रक्रिया करण्यासाठी जीवशास्त्राचा उपयोग कितपत शक्य आहे हे पहाण्याचे काम तपासाधीन आहे. परंतु अजून तरी व्यावसायिक उर्जेच्या क्षेत्रात कोळसा व तेल यांचेच प्राबल्य आहे.

दरम्यान, आपण दृश्य व अदृश्य (नजीकची व भावी) संकटांची तीव्रता व मोजमाप यांचा अदमास घेतला पाहिजे व त्यावरून जरूर ते इलाज व प्रतिबंधात्मक उपाय केले पाहिजेत. महत्वाच्या उद्योगधंद्याचा विस्तार थांबवण्याची गरज नाही. परंतु अस्तित्वात नसलेले अनावश्यक कारखाने नव्याने उभारण्याची गरज नाही. परंतु जास्त अनावश्यक काय आहे, हे ठरवणे कठीण आहे. उदा. साखर पाहिजे म्हणून आपण गुळावर प्रक्रिया करून तो शुद्ध करायचा की गुळावरच काम भागवायचे ? अशा तऱ्हेचा विचार करून त्याप्रमाणे पवित्रा घेणे आवश्यक ठरणार आहे. आपली कृती बुद्धीपुरस्सर असेल तर उपायपण समजून उमजून केले पाहिजेत. तसे न झाल्यास प्रदूषणाचे प्रमाण टोकाला जाईल व त्यामुळे आकाश कोसळणार नसले तरी दुष्परिणाम नक्कीच होतील. बरेचदा ते आपोआप नियंत्रित होतात व त्याचा समतोल राखला जातो. ह्याचा प्रत्यय आपल्या कार्यक्षेत्रात आपल्याला पदोपदी येतो.

थोडक्यात

आपण डोळे उघडे ठेऊन सजग राहिले पाहिजे, म्हणजे संभाव्य संकटांकडे दुर्लक्ष होणार नाही. आपण तंत्रज्ञान जसे उचलले, तसे जेव्हा व जिथे गरज पडेल तसे त्यावरचे इलाजही घेतले पाहिजेत व आपल्याला हवे तसे जुळवून घेतले पाहिजेत. त्यामुळे काहीकाळ आपल्याला तात्पुरता मार्ग सापडेल. दीर्घकालीन पर्याय विचाराधीन असल्यामुळे तात्पुरत्या उपायांनी आपल्याला मार्ग काढता येईल. उर्जेचा प्रश्न कसा काय सुटतो यावर सर्व अवलंबून राहील

नियोजन

जलसंपत्तीचा विकास, वापर व नियंत्रण विशिष्ट कारणापुरता वेगळा वेगळा व टप्प्याटप्प्याने अमलात आणल्यास दीर्घकाळ चालू रहात नाही. शेवटी निरनिराळ्या टप्प्यांचा एकमेकांशी संघर्ष होतो. ह्याकरता एक अखंड योजना आखणे आवश्यक आहे. परंतु हे काम किचकट आहे. आजकाल योजना तयार करताना तिचा सर्वांगीण विचार करण्याची पद्धत आहे. कोणताही नवीन प्रकल्प (किंवा जुन्या प्रकल्पात सुधारणा करणे असल्यास) हाती घेणे असेल तर तो मोठ्या योजनेचा लहान भाग असला पाहिजे. अशा मोठाल्या योजनेत पाणी, जमीन, ऊर्जा यासारख्या तांत्रिक गोष्टीं बरोबर सामाजिक, आर्थिक, राजकीय, परिस्थितीविषयक अशा विविध गोष्टींचा योग्य तो विचार केलेला असतो. अशी मोठी योजना, संपूर्ण नदीच्या खोऱ्यासाठी व्यापक व दीर्घमुदतीची असली पाहिजे. इतकेच नव्हे तर त्यांत निरनिराळ्या खोऱ्यांमधील पाणी व इतर साधनसामग्रीची देवाण घेवाण अंतर्भूत करून ती सबंध देशभर राबवली पाहिजे. याखेरीज आपल्याला शक्य असलेल्या पर्यायी उपायांची समग्र तपासणी झाली पाहिजे. भविष्यकालीन मागणीचे आराखडे केले पाहिजेत व ज्या निरनिराळ्या दबावांखाली आपल्याला काम करावे लागणार आहे ते शोधून काढले पाहिजेत व त्यांचे मापन केले पाहिजे. प्रत्येक वैयक्तिक कामाचे (कालवे बांधणे, नलिका कूप खोदणे) वेळापत्रक व अग्रक्रम तपासून ते मोठ्या योजनेत बसवले पाहिजेत. हे सर्व गुंतागुंतीचे वाटेल व आहेसुद्धा. परंतु अशा तऱ्हेचे नियोजन कागदावर नक्की यशस्वी होत असले तरी त्याची अंमलबजावणी करणे ही वेगळी गोष्ट आहे. ह्या मार्गाने नियोजन करणे ही गोष्ट एकदम नवीन ही नाही. योजना तयार करणारे लोक विविध कारणीभूत गोष्टी लक्षात ठेऊन बरेचदा उपजत ज्ञानाने त्यांचा विचार करतात. परंतु सर्व घटकांचा विचार करून आखलेल्या योजनेत (सर्वांगीण विचार) त्यांचा विचार मोजमापदृष्ट्या करतात.

अगदी साधारण उदाहरण घ्यायचे तर पाण्याचे किंवा इतर कुठल्याही गोष्टीचे नियोजन आणि गृहिणी करीत असलेल्या घरकामाचे नियोजन ह्यात फारसा फरक नाही. ती संभाव्य, बदलत्या, प्रासंगिक आणि अनपेक्षित अशा अनेक गोष्टी विचारात घेते; स्वतः व इतर कुटुंबियांनी करायची कामे ठरविते, त्यांचे वेळापत्रक व कुठल्या गोष्टीला अग्रकम द्यायचा ते ठरवते, विरोधी मागण्यांशी वेळापत्रक जुळवून घेते व अनेक पर्याय हाताशी ठेवते. कधीकधी तिच्या हातून चुका होतात, त्या होत असतानाच सुधारायचा प्रयत्न करते. कधीकधी अवास्तव

योजना डोळ्यापुढे ठेवते व निराशा पदरी येते. असे असले तरी तिच्या वास्तववादी योजना सफल होतात. जल-व्यवस्थापनात काहीसा असाच अनुभव येतो. फरक इतकाच की इथे जलसंस्थेचा, तिच्या गुंतागुंतीसकट मोजमापाच्या दृष्टीने विचार केला जातो. हे स्तुत्य असले तरी सर्वांगीण विचार पद्धतीनेही सर्व कारणीभूत गोष्टी विचारात घेतल्या जाऊ शकत नाहीत. मग संगणक कितीही तरबेज असो वा त्याला पुरवलेली माहिती कितीही अत्याधुनिक असो. ह्याचे कारण पाण्याचे आपल्या जीवनातील व पर्यावरणातील वर्चस्व इतके मोठे आहे की संभाव्य अनित्यसंख्या (व्हेरीअेबल्स) अगणित आहेत. तसेच सर्वच तांत्रिक कारणे विचारात घेणे शक्य नसते. कधीकधी आतापर्यंत अज्ञात असलेल्या व भिन्न कारणांमुळे, एखाद्या प्रकल्पाच्या अंमलबजावणीवर फार वाईट परिणाम होतो व सबंध योजनाच धोक्यात येते. परिस्थितीचे संतुलन बिघडवणाऱ्या काही गोष्टी बऱ्याच उशीरा लक्षात येतात. म्हणून सर्वांगीण विचारपद्धतीने केलेले नियोजन खात्रीपूर्वक यशस्वी किंवा संपूर्ण असतेच असे नाही. परंतु अर्धवट नियोजनापेक्षा किंवा मुळीच नियोजन न करण्यापेक्षा ते बरे आहे. कोणकोणत्या कारणांचा ह्या पद्धतीत विचार केला जातो, ह्याची कल्पना येण्यासाठी काही कारणे नमूद करता येतील :

एकूण पाऊस, तो पडण्याची जागा व क्षेत्र सीडींगद्वारा संभाव्य सुधारणा, नदीचा प्रवाह व त्यात बदल, भूगर्भातील पाणी व नदीच्या पाण्याशी त्याचा संबंध. जमीन व तिचे उपयोग,



'आमच्या संगणकाच्या अगाध निर्मितीपैकी हे एक दिसतय.'

जमिनीचे प्रकार, तिचा बाष्प साठवण्याचा गुण व निरनिराळ्या पिकांसाठीच तिची योग्यता; लोक, त्यांची संस्कृती व नैपुण्य, प्रादेशिक अर्थव्यवस्था, सरकारी धोरण; उद्योगधंदे, ग्रामीण व इतर; पाटबंधारे : सद्य व सुधारित; उपलब्ध उर्जेचा प्रकार; अंतर्देशीय जल वाहतूक व मच्छीमारीचा धंदा; पर्यावरणातील संतुलन इत्यादी ह्या सर्व व आणखी बऱ्याच गोष्टी मिळून एक जलसंस्था बनते. ह्यातील एखाद्या गोष्टीत बदल झाला तर त्याचा परिणाम इतरांवर होतो. हे सर्व विलक्षण कठीण आहे. हे काम फक्त तज्ज्ञच जलद संगणकावर करू शकतात. परंतु ते फक्त तंत्रज्ञान व धोरणविषयक महत्वाचे प्रश्नच आधुनिक संगणकाच्या मदतीने सोडवू शकतात. त्यांनी काढलेली उत्तरे बरोबर निर्णय घेण्याच्या कामी मार्गदर्शक ठरतात परंतु एखाद्या विशिष्ट धोरण ठरविण्याच्या कामी ही उत्तर अंतिम किंवा ठाम समजू नयेत. कारण ती मिळवताना काही अटळ मर्यादा, बंधने स्वीकारावी लागतात. कधीकधी संगणकाला अपुरी किंवा चुकीची माहिती पुरवली जाते. तरीसुद्धा हे करावे लागते कारण असे करता करता आपल्याला त्या संस्थेची (जलसंस्थेची) अधिक माहिती मिळते व नवीन उपाय सापडण्याची शक्यता असते.

इष्ट असले तरी प्रत्येक कामाआधी संस्था-पृथक्करण केलेच पाहिजे असे नाही. बरेचदा एकाद्या विशिष्ट कामासाठी भरपूर मोकळीक असते व परिस्थिती इतकी जबरदस्त असते की अशावेळी सरळ त्या कामाला हात घातला पाहिजे. खरे पहाता आजवर आपण असेच करत आलो व कदाचित् आणखी काही काळ असेच चालू राहिल. उदाहरणार्थ, गंगेच्या खोऱ्यात कालवे बांधण्याचे व जमिनीखालील पाणी पाटबंधाऱ्यासाठी वापरण्याचे दुहेरी कार्य आणखी काही काळ असेच चालू ठेवू शकतो. दोन्ही कामात प्रगतीस अजून वाव आहे व दोन्ही इष्ट व शक्य आहेत. तरीपण नेहमी विचारात घेतल्या जाणाऱ्या गोष्टींखेरीज सध्यातरी आणखी कशाची हमी देता येणार नाही. परंतु काही काळानंतर, दोन्ही कामे एकमेकाच्या आड येतील, कारण दोन्ही एकाच संस्थेचे भाग आहेत व त्यांचा परस्पर संबंध आहे. त्यावेळी स्थानिक व एकंदरीत परिस्थितीचा विचार करून दोहोंपैकी एकच योजना चालू ठेवावी लागेल. त्यासाठी अनेक गोष्टी विचारात घ्याव्या लागतील. यासाठी आत्तापासूनच आवश्यक असलेली माहिती जमवून त्यानुसार कार्यपद्धती आखली पाहिजे. एकदा कार्यपद्धती ठरली की चालू पाणी पुरवठ्यातून जास्तीत जास्त किंवा सर्वोत्कृष्ट अपेक्षित फायदे मिळवण्यासाठीसुद्धा ती राबवता येईल.

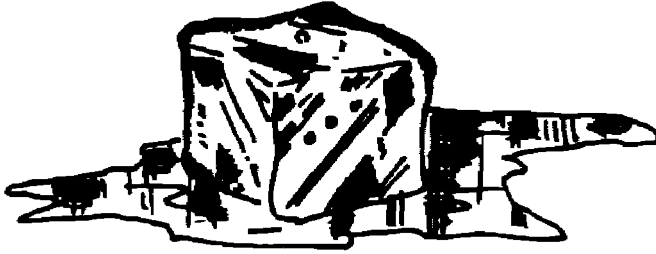
आजकाल 2000 साली होणाऱ्या मागण्यांसाठी रेखाटन करून, अशा रेखांकित केलेल्या मागण्यांसाठी पुरवठा योजना आखायची टूम आहे. एका योजनेत लोकसंख्येचा मूळ विचार करून त्या आधारे, 2000 साली लोकसंख्या किती असेल, त्यांच्या अन्न व पाण्याच्या गरजा किती असतील, त्या कशा भागवता येतील, त्याचा पर्यावरणावर काय प्रभाव पडेल - वगैरे गोष्टींचा विचार केला आहे. हे असेच चालू राहिले पाहिजे. त्यामुळे, रेखाटन केलेले चित्र प्रत्यक्षात उतरले नाही, तरी काही अडचणींवर प्रकाश पडेल व त्यावर उपाय शोधता येईल.

जेव्हा एखादी अनपेक्षित घटना दबाव आणते, तेव्हा सर्व योजना व रेखाटने तात्पुरती

बारगळतात. नियोजन असो वा नसो, ही शक्यता असतेच.

सारांश

सर्वांगीण विचार पद्धतीने नियोजन करणे केव्हाही चांगले. योजना तयार करण्याची प्रत्यक्ष कृती सहज हाताळता येईल ह्याची दक्षता घेतली नाही तर निश्चित योजना तयार होणार नाही. तसेच ती जास्त महाग असूनही उपयोग नाही. तसे झाले तर योजनेची अंमलबजावणीच होणार नाही.



शोध आणि संशोधन

पाण्याचा उपयोग विविध कारणांसाठी विविध प्रकारांनी होतो. त्यानुसार, तपास व संशोधनही मोठ्या प्रमाणावर होते. फक्त विकास कार्य, नियंत्रण व वापर ह्या तीन मोठ्या विषयांचेच संघटित संशोधन होते.

पाण्याशी संबधित कोणताही सार्थ शोध किंवा संशोधन, मग ते मूलभूत असो व्यवहारातले असो, की नित्याचे असो, आपल्यासारख्या शेतीप्रधान देशाला फार फायदेशीर ठरते. कारण अर्थव्यवस्था शेतीवर व शेती मुख्यत्वे पाण्यावर अवलंबून असते.

मूलभूत संशोधनामुळे, पीक-पाणी-जमीन हवामान - ह्या संस्थेची चांगली माहिती होते. त्यामुळे अडचणीच्या परिस्थितीतही अधिक व कायम उत्पन्न देणारे मार्ग व नवीन विचार सुचतात. मूलभूत संशोधनासाठी केलेल्या प्रयत्नांना, अगदी लगेच मिळाले नाही, तरी कितीतरी पट यश मिळते.

'हायड्रॉलिक्स' व 'सॉईल मेकॅनिक्स' म्हणजे वाहत्या पाण्यासंबधीचे शास्त्र व ते जेथून किंवा ज्यावरून वाहते त्या माध्यमावर होणारी परस्पर क्रिया - ह्यावरील मूलभूत संशोधनाला वाढते महत्व प्राप्त होत आहे, तसेच जलविद्युत निर्मिती, जलवाहतूक या क्षेत्रांनाही महत्व प्राप्त होत आहे. आतार्यंत आपण उपलब्ध जलविद्युत सुप्तशक्तीपैकी (सुमारे 40,000 मेगावॅट) फक्त 20 टक्क्याहून कमी विकसित केली आहे. अजून विकासाला वाव आहे. तंत्रज्ञान व वाहत्या पाण्याचे शास्त्र ह्याबद्दल चांगले मूलभूत ज्ञान असेल तर खर्चात कपात होण्यास व अडथळे टाळण्यास मदत होते.

व्यवहारातील संशोधन क्षेत्रात आपण फक्त ठळक यावहारिक अडचणींचाच मुख्यत्वे विचार करतो. ह्या अडचणी फक्त लहान प्रदेशापुरत्याच असतील परंतु त्या मोडवल्यामुळे होणारा आर्थिक फायदा फार मोठा असतो. उदाहरणार्थ, पाटबंधार्गेविषयक तंत्रज्ञानात सुधारणा व खर्चात कपात झाली तर अगदी लहान प्रदेशात ती लागू केली तरी त्यामुळे मोठी बचत होते. स्वस्त सामग्री, मजुरीत बचत व चांगल्या अवजारांचा वापर, ह्यामुळे प्रादेशिक अर्थव्यवस्थेवर चांगला परिणाम होतो. जमिनीची धूप व गाळ नियंत्रित करणाऱ्या पद्धतीमध्ये आपल्या सामाजिक व भौतिक वातावरणाला योग्य अशा सुधारणा घडवून आणणे, ही आत्यंतिक गरज आहे.

सर्व विकासनीय प्रकल्पांसाठी नेहमीची गृहीत माहिती असावी लागते. ती नसेल तर त्या

प्रकल्पाची योजना व अंमलबजावणी यांचा विचका होतो, त्यामुळे तो वाजवीहून मोठा किंवा लहान बांधला जातो, धरण बांधून तयार झालेले जलाशय, भूगर्भातील पाण्याचा विकास, पूर नियंत्रण, पुराचा अंदाज, नदीचे पाणी वळवणे भरपूर पीक काढणे इत्यादीसाठी जलशास्त्रविषयक गृहीत माहिती लागते. ही माहिती एकूण पाऊस, नदीतील पाणी, जलस्तराची खोली, पाणी धारण करण्याची पाण्याच्या पुनर्निर्मित स्रोतांची कुवत वगैरे गोष्टींशी संबंधित असते. ही संशोधित माहिती देणाऱ्या पद्धती सुधारता व सोप्या करता येतात. पुरेशा वेळेची संशोधित माहिती जमवावी लागते. हे थोडे मेहनतीचे काम आहे.

जो विशिष्ट प्रकल्प उभारायचा असेल, त्याच्या आवश्यकतेप्रमाणे गृहीत माहितीचा बारकाईने अभ्यास करून ती परिपूर्ण करावी लागते. ह्यासाठी गृहीत माहिती हाताळण्याचा अनुभव असावा लागतो. उदाहरणार्थ, समजा आपल्याला एक धरण बांधायचे आहे व त्याची उंची ठरवायची आहे, उंची वाढेल तसे धरण उंच होईल व त्यासाठी ते सर्व बाजूनी भक्कम बांधावे लागेल. उंचीत थोडीशी वाढ झाली तरी साधनसामग्रीत होणारी वाढ त्यामानाने खूप असते म्हणून फार उंच भिंत बांधून मोठा जलाशय बांधणे बरोबर नाही. कारण तो फार क्वचित् काठोकाठ भरतो - ह्याउलट छोटी भिंत घातली तर दरसाल बरेच पाणी त्यावरून वाहून जाईल. म्हणून आपण अशी कसोटी लावली पाहिजे की जेणेकरून साधनसामग्री विनाकारण जास्त न वापरता, सामान्यतः जास्त पाणी अडवता येईल; कधीकधी थोडेसे पाणी वाहून गेले तरी हरकत नाही. याकरता एकूण पावसाचे विशेष पृथक्करण व नदीला मिळणाऱ्या पाण्याची माहिती, तसेच साधनसामग्रींवर होणारा खर्च यांची माहिती असणे जरूरीचे आहे.

धरणावरून पाणी वाहून जाताना धरणाला धोका पोहचू नये म्हणून वाहून जाणाऱ्या जादा पाण्याला वाट देण्यासाठी, धरण बांधताना वक्रनलिका किंवा पन्हळ यासारखी खास सोय करावी लागते. त्यासाठी खूप खर्च येतो. म्हणून ते वाजवीपेक्षा जास्त असू नयेत. यासाठी, निरनिराळ्या वेळी त्या जलाशयात येणाऱ्या संभाव्य पुराच्या पाण्याची तीव्रता अजमावणे आपल्याला शक्य झाले पाहिजे. इथेही एकूण पावसाचे खास पृथक्करण व पाण्याची (पावसाच्या) संशोधित माहिती आवश्यक असते.

जलाशय व त्याच्याशी संलग्न असलेली इतर बांधकाम पूर्ण होताच त्यातून जास्तीत जास्त लाभ उठवता येण्यासाठी जलाशय कार्यरत करणारे योग्य धोरण आखले पाहिजे. जलाशयाच्या वापराबाबतीत, पाटबंधारे, वीजनिर्मिती व पूरनियंत्रण ह्या तीन प्रमुख उद्दिष्टांच्या गरजा वेगवेगळ्या आहेत.

पाटबंधाऱ्याच्या बाबतीत, पावसाळ्यात शक्य तितके पाणी जलाशयात साठवायचे म्हणजे त्याचा उपयोग पुढे करता येईल. पावसाळ्यात खरीप पिकांना पाणी मिळावे म्हणून कालव्यात अगदी थोडे पाणी सोडावे लागते म्हणून पिकाची पाण्याची गरज लक्षात घेऊन पाणी कमी किंवा जास्त सोडतात.

वीजनिर्मितीसाठी, जलाशय नेहमी पूर्ण भरलेला असणे व विजेच्या आवश्यकतेनुसार पाणी सोडणे हे सर्वात उत्तम. वीजनिर्मितीस लागणारे पाणी व पाटबंधाऱ्यासाठी पाणी नेहमी

बरोबरीने पाऊल टाकतातच असे नाही.

पूर नियंत्रणासाठी - पावसाळ्यात जलशयामध्ये पुराचे पाणी साठवण्यासाठी नेहमी थोडी जागा (रिकामी) राखून ठेवले पाहिजे. ह्यासाठी पावसाळ्यात मधून मधून पाणी सोडून द्यावे लगते. त्यामुळे जलाशय कधीच पूर्ण भरलेला रहात नाही.

अशा ह्या निरनिराळ्या गरजा व वेगवेगळ्या सुमारास येऊ शकणाऱ्या पुराचे आडाखे लक्षात घेऊन जबाबदार अभियंता पाणी सोडण्यासाठी धोरण ठरवतो. वरील तीनही मागण्या फक्त थोड्याच बाबतीत वेगवेगळ्या असल्याने, त्या तीनही सुसंगत करून जास्तीत जास्त फायदा उठवणे शक्य आहे.

फक्त पाण्यासंबंधी गृहीत माहिती खेरीज, कांही प्रकल्पांना त्या जागेच्या भूगर्भशास्त्र व प्रादेशिक रचनेचा सविस्तर आढावा लगतो. तसेच तपशीलासकट स्थापत्यविषयक योग्य आराखडा तयार करावा लागतो. ह्या कामी, त्या प्रकल्पाच्या छोट्या प्रतिकृती वापरतात. असे करणे, सुरक्षितता व भरवशाच्या दृष्टीनेच नव्हे तर वाजवीपेक्षा जास्त आराखडे काढावे लागू नये व अशारीतीने श्रम व पैसा वाचवावा, या दृष्टीनेही फार महत्वाचे आहे.

कालवे व पाट खोदण्याचे काम ह्याच धर्तीवर करतात. पुष्कळदा कोठल्याही टप्प्यावर केलेल्या लहानसा योग्य बदलामुळे श्रम व सामग्रीची निव्वळ बचत भरपूर होते. पाटबंधाऱ्यासंबंधी संशोधन हे सतत सुरू राहिले पाहिजे, कारण बरेचसे पाटबंधारे धोक्यात आहेत.

प्रदूषण ओळखणे, त्याचा दर्जा ठरवणे व त्यावर नियंत्रण ठेवणे ह्यासाठी प्रयत्न व्हायला हवे. सांडपाणी काही मर्यादित कामासाठी परत वापरता यावे, म्हणून त्यावर प्रक्रिया करण्याचे विकासात्मक प्रयत्न व्हायला हवेत. संशोधनासाठी हे एक चांगले क्षेत्र आहे. आणखी अद्यायावत संशोधन क्षेत्रे येणेप्रमाणे आहेत. विद्युतशक्ती व संगणकाचा उपयोग करून काढलेल्या प्रतिकृतींच्या मदतीने जलशास्त्रविषयक यंत्रणेच्या कामाचा अभ्यास, जलशास्त्रातील सुप्त उपयुक्ततेचा तपास, पुढील काळात किती पाणी लागेल याची मोजणी करून ते मिळवण्यासाठी वापरावयाच्या पद्धती व पर्यावरणातील बदलाचे आराखडे इत्यादी.

रोजच्या व्यवहारातील साध्यासुध्या प्रश्नांवर संशोधन केल्यास ते प्रारंभी जास्त उपयुक्त ठरते. व म्हणून त्याला सर्वात वरचा क्रम दिला पाहिजे. विशेष नैपुण्य व उच्च बौद्धिक गोष्टी समाविष्ट असलेले मूलभूत संशोधन, जरी त्यामुळे होणारे फायदे ताबडतोब मिळत नसतील किंवा दिसतही नसतील तरी दुलर्क्षित करून चालणार नाहीत. भविष्यकाळासाठी तयारी करणे व योजना आखणे जरूरीचे आहे.

काही अर्थशास्त्रज्ञ व समाजशास्त्रज्ञ चालू प्रकल्पांच्या प्रत्यक्ष कामाचे व त्यांच्यामुळे होणाऱ्या फायद्यांचे पृथक्करण करतात. माहितीचे पृथक्करण ते फक्त अर्थविषयक गोष्टींच्या बाबतीत करत नाहीत, तर सामाजिक व राजकीय उद्दिष्टाच्या संबंधातही करतात. अशा पृथक्करणामुळे आपल्याला त्यातील त्रुटी समजतात, चुका, विषमता शोधून काढता येतात व उपाय योजण्यास मदत होते. पाणीवाटप यंत्रणा व मूल्य ठरवण्याचे धोरण ह्यांची कसून

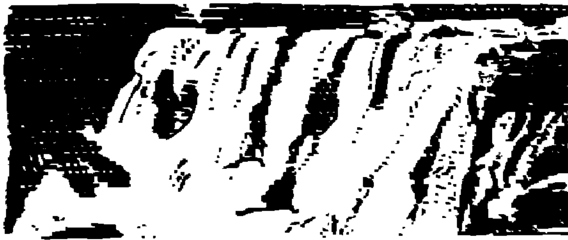
तपासणीनंतर दुरुस्ती करणे, व भूमिगत पाण्याची मागणी व पुरवठा एकमेकाला पोषक करणे, ह्यामुळे सध्या अस्तित्वात असलेल्या पाटबंधाऱ्याच्या सोयींचा जास्त प्रभावीपणे उपयोग होण्यास मदत होईल.

अलिकडे काही नवीन प्रश्न उपटले आहेत व त्यांसंबंधी मसलत करून सहकार्याने संशोधन झाले पाहिजे. उदाहरणार्थ, जंगलतोडीच्या समस्येकडे विशेष दिले जात आहे. आणि ते योग्यच आहे, कारण जंगलतोडीमुळे पावसाचं पाणी पटकन् वाहून जाते व त्यामुळे जमिनीची धूप होते व परिणामी जलाशयात, नदीच्या पात्राला व बंदरात गाळ साचतो. जंगल तोडीमुळे पावसाचे प्रमाण कमी होते असा समज आहे. झाडे तोडल्यामुळे बाष्पीभवन व उच्छ्वसन कमी होते तसेच जंगलामधून बहुधा वातावरणात सोडली जाणारी सेंद्रिय 'एरोसॉल' कमी होतात. जंगलतोडीवर योग्य इलाज वनीकरण हाच आहे. पण वनीकरण करतानाही तसाच परिणाम साधणारी खास झाडे, लावली पाहिजेत. पिंपळाची झाडे, जी आपण पूजतो, लावून वनीकरण जास्त परिणामकारक होईल की नाही ते पाहिले पाहिजे. ह्या संबंधात कोणत्याही पद्धतीने काम केले तरी मानवनिर्मित जंगलांची निर्मित मोठ्या प्रमाणावर होणे अत्यावश्यक आहे. शेतीसाठी ज्या प्रमाणावर सध्या संशोधन कार्य चालू आहे तितक्याच प्रमाणामध्ये वनसंवर्धनासाठी सुद्धा संशोधनकार्य करावे लागेल.

पूर व दुष्काळ पूर्वीपेक्षा अधिक तीव्र व वारंवार होत असल्याची अफवा आहे. हे खरे असेल तर ती परिस्थिती बदलण्यासाठी काय करता येईल ?

अशा पुष्कळ प्रश्नांना आपल्याला तोंड द्यावे लागते व ते विज्ञानाच्या मदतीने केले पाहिजे. आपल्या देशात अनेक संघटना व संशोधन संस्था उभारलेल्या आहेत. त्या कायदेशीरपणे असे काम हाती घेऊ शकतात.

विकासकार्यांची गरज उघड आहे, परंतु अधिक महत्व आहे, नवे विचार, नवे मार्ग व नवीन उपाय यांचे. तेव्हा आपण आशा करायला काय हरकत आहे ?



पाणीपुरवठा योजना

आपल्यापैकी प्रत्येकाला व्यक्तिगत असे पाण्यासंबंधीचे प्रश्न या ना त्या व्यावसायिक मार्गाने सोडवावे लागतात. मोठ्या प्रमाणावरील प्रश्न व्यावसायिक पातळीवर सोडवण्यासाठी सरकारने अनेक संघटना उभारल्या आहेत.

प्रत्येक राज्यसरकारचे पाटबंधारे खाते विकासकार्य, नियंत्रण व पाण्याचा उपयोग यासाठी योजना आखते. तेच खाते आवश्यक ते संशोधनकार्य करते व केंद्र सरकारकडून त्या योजनांसाठी संमती व आर्थिक मंजुरी मिळवून त्या अंमलात आणते. राज्यांतील बहुतेक पाटबंधारे खात्यांशी संशोधन विभाग संलग्न असतो.

केंद्रामध्ये पाटबंधारे मंत्रालय संबंध देशातील सर्वंकष विकासकार्याच्या गोष्टींची जबाबदारी घेते. त्यांचा केंद्रीय पाणी आयोग नावाचा तांत्रिक विभाग वेगवेगळ्या योजनांच्या तांत्रिक बाजू सांभाळतो. त्यांचे केंद्रीय जल व ऊर्जा संशोधन केंद्र पुण्यात खडकवासला इथे आहे. तिथे योजनांचे प्रत्यक्ष क्रियान्वयन व इतर तपशीलांची छाननी होते. केंद्रीय भूगर्भ पाणी मंडळ (अन्न व पाटबंधारे मंत्रालय) राज्यसरकारांना भूगर्भातील पाण्याची आजमावणी व विकास ह्या संबधी सल्ला देऊन आवश्यक मदत करते. पाटबंधारा आयोग, पाटबंधारा पाणी पुरवठ्याची पहाणी करते व त्याच्या गरजांचे आराखडे करते. नदीच्या खोऱ्याचा विकास, नदीच्या पाण्याचे मापन, पुराचा अंदाज वर्तवणे, पुरासंबंधी धोक्याची सूचना, पूरनियंत्रण इत्यादी कामासाठी कित्येक संघटना खास उभारल्या आहेत.

काही संघटना पाण्याची मुलकी स्थापत्यशास्त्र विषयक बाजू सांभाळतात. नगरपालिकांची मुलकी स्थापत्यशास्त्र खाती, नौकानयन व वाहतूक रेल्वे, जंगले, तांत्रिक संस्था, शेतकी विद्यापीठ, संशोधन संस्था, वगैरे पाण्याची व्यावसायिक बाजू सांभाळतात.

प्रदूषणाचे प्रमाण ठरवण्यासाठी व त्याच्या नियंत्रणाविषयी सल्ला देण्यासाठी, केंद्रात व राज्य पातळीवर काही संघटना अलीकडेच स्थापन केल्या आहेत. राष्ट्रीय पर्यावरण आणि अभियांत्रिकी संशोधन संस्थेकडे आपल्या पाणी पुरवठ्याशी संबंधित असे असंख्य, खरोखरीचे, निकडीचे व कठीण पर्यावरणसंबधी प्रश्न उभे आहेत.

भारतीय हवामान खाते, एक अत्यंत महत्वाचे, पण आता रोजचेच झालेले असे सबंध देशातील पाऊस व हिमवर्षाव मोजणी करून साठवून ठेवण्याचे काम करते. हे खाते चक्रीवादळाची धोक्याची सूचना, हवामानाचा अहवाल व अंदाजही वर्तवते.

परिषदा

पाण्याशी संबंधित अशा विविध विषयांवर दरवर्षी सुमारे अर्धा डझन परिषदा घेतल्या जातात. (निबंध वाचन, चर्चासत्र, कार्यशाळा, भेटी इत्यादी) ह्या परिषदा शैक्षणिक दृष्टीने महत्वाच्या असतात. शिवाय त्यात भाग घेणारांना त्यांच्या नेहमीच्या कामातून बदल मिळतो. खटकणारी गोष्ट एवढीच की बहुधा प्रत्येक सभांना तेच तेच लोक येतात. एवढासा बदल पुरेसा किंवा फायदेशीर होतो किंवा नाही ह्याबद्दल शंका वाटते.

ह्या परिषदांचा उद्देश अर्थात् नवीन घडामोडी, अनुभव व कल्पनांवर चर्चा करणे, त्यावरील टिपणांची तुलना करणे, विचारांची देवाणघेवाण करणे व नवे मार्ग चोखाळणे हा असतो. काही प्रमाणात तसे होतेसुद्धा. काही सभासद नवीन तंत्रज्ञानाची माहिती आणि नवीन दिशा दाखवतात. परंतु उठसूठ नवे विचार, नवे विकास (घडामोडी), नवीन परिणाम ह्यांची अपेक्षा करणे म्हणजे अतीच झाले. त्यामुळे पुष्कळसे शब्दलालित्यच ऐकावयास मिळते. सामान्य व नीरस विधाने, ठराविक व सोप्या भाषेत केली असता लोकप्रिय बातमीपत्रात गाजतात. कधीकधी झटपट उत्तर तयार असल्याचा व एकमेकाशी विरोधी मागण्या भागवता येत असल्याचा आभास निर्माण केला जातो. आणि हे सर्व संदिग्ध असूनही त्याचे अवडंबर केले जाते. ह्या परिषदांचा आणखी एक ठळक विशेष म्हणजे एखाद्या ठराविक विषयावर लक्ष केंद्रित करण्यासाठी वेगवेगळ्या प्रकारच्या संकटांचे भाकित करायचे. हा एक नित्याचाच प्रकार आहे. ह्याउलट, खास मर्यादित विषयांवरील चर्चासत्रांसारख्या सुसंघटित कामाला वाखाणण्यासारखे यश मिळते. बहुतेक परिषदांचे मुख्य उद्दिष्ट थोडेफार साधत असल्याने व त्यांना शैक्षणिक मोल असल्याने त्या अधिक प्रमाणात घेतल्या गेल्या तरी हरकत नाही. त्या आपल्याला परवडण्यासारख्या आहेत.

आव्हान

पूर्वी म्हटल्याप्रमाणे, आपल्याला ठाऊक असलेल्या तंत्रज्ञानाच्या सहाय्याने पाण्याचा वापर 50 (mhm) वरून दुप्पट म्हणजे 90 (mhm) करता येईल. येत्या वीस वर्षात आपल्याला हे घडवून आणणे जरूरीचे आहे. हे लवकर व योग्य रीतीने व्हावे म्हणून पाणीविषयक कायद्यात थोडी दुरुस्ती करावी लागेल. जल संघटनेची पुनर्रचना करावी लागेल. 90 (mhm) पर्यंत विकासाची पातळी नक्कीच गाठता येईल. पण त्यानंतर काय, हा खरा प्रश्न, आव्हान आहे. 90 (mhm) चे ध्येय गाठण्याची प्रगती होण्यापूर्वीच म्हणजेच आजकाल सतत कानावर पडणाऱ्या एकविसाव्या शतकात किंवा सन् 2000 पूर्वीच आव्हाने ही येतच रहाणार. पाच वेगवेगळ्या बाबतीत हे आव्हान आपल्याला स्वीकारता येईल. त्यांचा उल्लेख पूर्वी आलेला आहे. ती अशी आहेत :

- पाऊस पडणार असल्याची अति आगामी पूर्वसूचना (एक आठवडा अगोदर) यामुळे उपलब्ध कालव्याच्या पाण्याचा वापर परिणामकारक होईल.
- एकूण पावसात बदल घडवून आणण्यासाठी टिकाव धरू शकणाऱ्या तंत्रविद्येचा विकास.
- ब्रह्मपुत्रेचे जादा पाणी रखरखीत प्रदेशाकडे वळवून त्याचा उपयोग करून घेणे.
- पश्चिम घाटातून वाहणाऱ्या असंख्य नद्यांचे जादा पाणी उपयोगात आणणे.
- गंगा नदीच्या शिलकी पाण्याचा उपयोग : पूर्वी म्हटल्याप्रमाणे ह्या बाबतीत अनेक विकासकार्ये विचाराधीन आहेत. त्यामुळे ते शक्य होईल असे वाटते. हे आव्हान आता पेलवण्यासारखे आहे. ते प्रत्यक्षात उतरवणे यातच खरी कसोटी आहे.

वर नमूद केलेल्या विकासकार्यांमुळे निर्माण होणाऱ्या पर्यावरणीय प्रश्नांवर नियंत्रण ठेवा आवश्यक आहे.

हे आव्हान बौद्धिक पातळीवर स्वीकारावे लागेल. तसेच विकास व अंमलबजावणीच्या दृष्टिकोनातूनही स्वीकारावे लागेल. आजच्या तरुण पिढीला त्याची जबाबदारी घ्यावी लागेल. ह्यासाठी त्यांनी आतापासूनच ते स्वीकारावे हे उत्तम.

Printed at Aravali Printers New Delhi-20.